

SIST

科学技術情報流通技術基準

電子投稿規定作成のためのガイドライン

SIST 14 -2001

平成 13 年 7 月 12 日 制定

科学技術情報流通技術基準検討会

(科学技術振興事業団 発行)

基 準 制 定：文部科学省 基準案策定 平成10年3月16日 基準制定 平成13年7月12日
審 議 会：科学技術情報流通技術基準検討会 (科学技術庁 科学技術振興局科学技術情報課)
原 案 作 成：科学技術情報流通技術基準作成委員会 (科学技術振興事業団)
科学技術情報流通技術基準原案作成委員会 (科学技術振興事業団)
基 準 案 修 正：科学技術情報流通技術基準作成委員会 (科学技術振興事業団)
科学技術情報流通技術基準案修正委員会 (科学技術振興事業団)

科学技術情報流通技術基準検討会

(会 長)	中村 幸雄	インフォーコム技術事務所長
(委 員)	新井 正男	㈱日本特許情報機構事業管理部長
	池本 幸雄	国立国会図書館専門資料部科学技術資料課長
	石塚 英弘	図書館情報大学図書館情報学部教授
	市川 幸郎	TOMO コンサルタンツ所長
	大道 英樹	日本原子力研究所研究情報部長
	大山 敬三	文部科学省国立情報学研究所実証研究センター教授
	岡本 研作	独立行政法人産業技術総合研究所計測標準研究部門副研究部門長
	木戸 達雄	経済産業省技術環境局標準課情報電気標準課推進室長
	菅原 秀明	国立遺伝学研究所生命情報・ DDBJ 研究センターデータベース運用開発研究室教授研究センター教授
	鈴木 博道	㈱国際医学情報センター事業推進室長
	須田 了	㈱日本工学会事務局長
	千原 秀昭	㈱化学情報協会会長
	寺村由比子	駿河台大学文化情報学部講師
	長山 泰介	㈱日本医薬情報センター顧問
	西田 龍正	科学技術振興事業団文献情報部長
	古谷 実	㈱サンビプロダクトセンター取締役
	水島 明	独立行政法人農業技術研究機構総合情報管理部長
(事務局)	科学技術庁科学技術振興局科学技術情報課	

(平成 13 年 7 月 12 日 基準案修正案審議)

科学技術情報流通技術基準作成委員会

(委員長)	高山 正也	慶應義塾大学文学部教授
(委 員)	大山 敬三	国立情報学研究所教授
	高橋 征生	㈱日本機械学会事務局長
	田中 洋一	凸版印刷㈱マルチメディア事業部第一本部長
	西田 龍正	科学技術振興事業団文献情報部長
	古谷 実	ぷろだくしょん賦智
(事務局)	科学技術振興事業団文献情報部技術管理部門	

(平成 12 年 3 月 15 日 基準案修正案審議)

科学技術情報流通技術基準案修正委員会

(主 査)	石塚 英弘	図書館情報大学図書館情報学部教授
(委 員)	長田 孝治	㈱日本総合技術研究所常務取締役情報システム部長
	甲斐 靖幸	科学技術振興事業団文献情報部機械グループ
	高橋 征生	㈱日本機械学会 事務局長
	野末俊比古	青山学院大学
	林 和弘	㈱日本化学会 学術情報部
(事務局)	科学技術振興事業団文献情報部技術管理部門	

(平成 11 年度 基準案修正)

科学技術情報流通技術基準
電子投稿規定作成のためのガイドライン
Guidelines for Electronic Contribution Rules

目 次

1. 適用範囲	1
2. 用語の意味	1
3. 電子投稿の意義と電子出版の流れ	2
3.1 電子投稿の意義	2
3.2 電子出版の流れ	2
3.2.1 電子出版の構成	2
3.2.2 電子原稿の作成	3
3.2.3 電子投稿	3
3.2.4 論文審査	3
3.2.5 電子出版処理	3
3.2.6 著者校正	4
3.2.7 電子出版物の配布	4
4. 電子原稿の作成方法	5
4.1 データ項目と項目間の関係	5
4.1.1 データ項目	5
4.1.2 データ項目間の関係	6
4.2 スタイル機能付きワープロの場合	7
4.2.1 スタイル機能とRTFを用いる方法	7
4.2.2 LaTeXによる方法	7
4.2.3 スタイルファイルの配布	8
4.2.4 テキスト	8
4.2.5 テキスト以外（図、写真、表、数式、動画、音声）の共通事項	8
4.2.6 図, 写真	8
4.2.7 動画	9
4.2.8 音声	9
4.3 スタイル機能を持たない場合	9
4.3.1 プレインテキスト	9
4.3.2 テンプレート方式	10
4.3.3 テキスト	10
4.3.4 テキスト以外（図、写真、表、数式、動画、音声）の共通事項	10
4.3.5 動画	10
4.3.6 音声	10

5. 電子原稿の提出方法	11
5.1 ディスク	11
5.2 電子メール, FTP	12
6. 電子出版物	13
7. 電子投稿規定に記載すべき内容	14
8. その他の留意事項	14
参考1 電子原稿の作成例とその印刷物見本	15
(1) スタイル機能ありの場合	15
(2) スタイル機能なしの場合	19
例1 プレインテキスト	19
例2 テンプレート形式	24
参考2 「SGML/XMLを利用した方式」の電子出版機能を持つシステムの例	34
(1) 科学技術情報発信・流通総合システム (J-STAGE) について	34
(2) 国立情報学研究所「オンラインジャーナル編集出版システム」について	35
参考3 データ項目	36
解説	44
用語解説	50

科学技術情報流通技術基準

電子投稿規定作成のためのガイドライン

Guidelines for Electronic Contribution Rules

1. 適用範囲

このガイドラインは、学協会や出版社などが学術雑誌などの電子投稿規定を作成する際の指針を与えるものである。ここで、電子投稿とは、多様な電子出版物（印刷物、CD-ROM、World Wide Web（WWW）など）に対応できる電子原稿による投稿をいう。

2. 用語の意味

この基準に用いる主な用語の意味は、次のとおりとする。

(1) 電子原稿（electronic manuscript）

著者が学術雑誌などに投稿する目的で電子媒体上に作成した原稿。このガイドラインでは、多様な電子出版物に対応できるように一定の形式で作成されたものを指す。そのため、電子原稿の表現形式（レイアウトや内部形式）は、電子出版物（印刷物、CD-ROM、WWWなど）のそれとは通常異なるものとなる。

(2) 電子投稿（electronic contribution）

通常は、電子媒体による投稿全般を指すが、本ガイドラインでは多様な電子出版物（印刷物、CD-ROM、WWWなど）に対応できることを主眼とする。

(3) 電子出版（electronic publishing）

このガイドラインでは、電子原稿を元として学協会や出版社などの外部に多様な電子出版物として公にするまでの一連の流れをいう。

ただし、本ガイドラインにおける成果物の配布手段としては、WWWのようにネットワークを使用する場合のみを示す。

(4) 電子出版物（electronic publication）

電子出版により作られ、外部に公開される多様な最終成果物。たとえば、印刷物、CD-ROM、WWW用のデータ、ファイル、データベースなどがある。

関連基準・規格：SIST 07 学術雑誌の構成とその要素
SIST 08 学術論文の構成とその要素
JIS X 0804 情報交換用電子原稿の記述様式

3. 電子投稿の意義と電子出版の流れ

3.1 電子投稿の意義

科学技術情報の流通・利用形態に大きな変化が生じつつある。また、著者も原稿を投稿（作成）する時点で電子化している。このような環境の中で電子投稿を行う意義を以下に述べる。

- (1) 多様な電子出版物（印刷物、CD-ROM、WWW など）に対応できる。
- (2) より早く情報が公開できる（出版物でも印刷期間の短縮で掲載が早くなる）。
- (3) 従来は不可能であった情報も公開できる。たとえば、音声、動画像、プログラム、実験ないし測定データなど。
- (4) 出版物の発行費が低減できるので、投稿料の値下げも可能になる。
- (5) 原稿の再入力が必要となるため、再入力ミスが減少する。
- (6) データの蓄積ができ、情報の再利用や有効利用ができる。
- (7) 書誌データだけでなく、本文もデータ項目ごとに分かれているため、タグをキーとしてきめの細かい検索ができ、ヒット率が高まる。
- (8) 共通のデータベースに登録することにより、より利用価値が高まる。
- (9) 電子投稿、電子出版に積極的に取り組み、データベースを公開することにより、国際協力への貢献もでき、学協会や出版社の評価が高まる。

3.2 電子出版の流れ

このガイドラインにおける電子出版の工程は、SGML（Standard Generalized Markup Language）あるいはXML（eXtensible Markup Language）を利用した方式（以下「SGML/XMLを利用した方式」と略）で行うことを想定している。この方式は、

- (1) 文書を構成するデータ項目を明示して処理を行うことによって、
- (2) 多様な電子出版物を効率的に作る方法で、欧米では広く使用されている。

また、このガイドラインでは電子出版の流れに多様な形態が存在しうることを示し、その流れをシステム化した実例は参考2で紹介する。学協会や出版社などは個々の事情に適合した形態を選択できるが、どの流れを採用するかによって電子投稿規定も異なったものになる。

3.2.1 電子出版の構成

電子投稿による電子出版の工程は、電子原稿の作成、電子投稿、論文審査、電子出版処理、著者校正、電子出版物の配布の6つに大別される。図1に電子出版全体の流れを示す。なお、図1は原稿作成から電子出版物の配布までの作業の流れを示したものであって、データの流れを示すものではない。

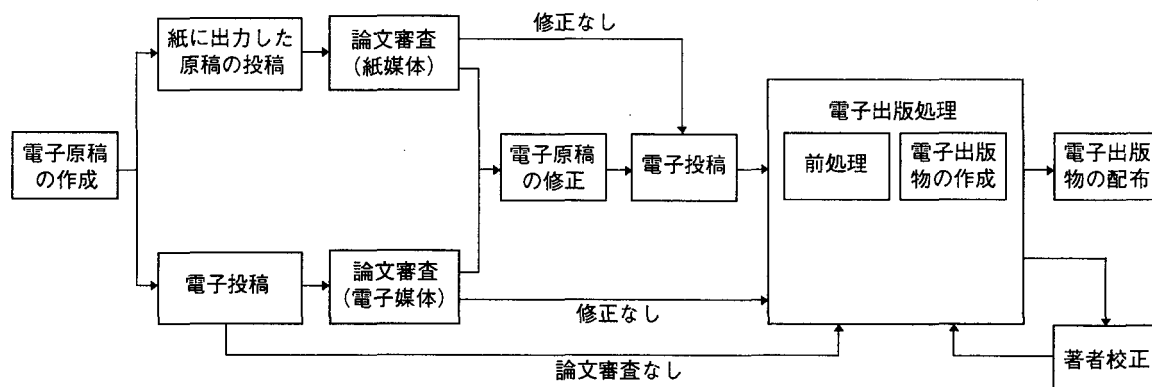


図1 電子出版全体の流れ

3.2.2 電子原稿の作成

電子原稿の作成とは、後に行われる電子出版処理に使用される原稿を著者が作ることである。「SGML/XMLを利用した方式」では、電子原稿の上でデータ項目を明示する。その理由は、著者の情報環境と電子出版処理のそれとの相違を、データ項目の明示によって吸収し、効率的に接続するためである。明示の仕方によって、後に行う電子出版処理の仕方と手間が変わってくる。しかし、著者の情報環境が人によって異なることを考えれば、後の処理の都合もさることながら、著者にとって使いやすい方法であることが重要である。具体的な方法は、4. 電子原稿の作成方法のところで述べる。

3.2.3 電子投稿

電子投稿にはフロッピーディスクなどによるものと電子メール、FTPなどが考えられる。ただし、現時点では写真やカラー図などは現物の方が望ましい場合が多く、インターネット用を除けば完全な電子投稿は少ないと考えられる。また、論文審査が紙媒体で行われる場合は、まず紙に出力した原稿を投稿し、論文審査後、初めて電子投稿することになる。

3.2.4 論文審査

論文審査には、紙媒体で行う場合と電子媒体で行う場合の2通りが考えられる。電子媒体で論文審査を行うには、審査員にも著者と同じコンピュータ環境が必要なので、現時点ではインターネット用を除けば紙媒体の方が一般的で、簡便でもある。また、審査のときに原稿にタグが付いているという状況は避けるべきであるし、プレインテキストやテンプレート方式の場合も、ワープロ文書に変換して審査者が読み見やすいハードコピーで行うべきであろう。

3.2.5 電子出版処理

(1) 前処理

これは、電子原稿のフォーマットから電子出版物作成処理で使用するフォーマットへの変換処理である。著者が電子原稿を作成する環境と、電子出版物を作成する環境とは異なることが多い。そのため、両者のフォーマットも異なることが多く、この変換処理が必要になる。また、この前処理があるため、著者は電子出版物作成処理を意識せずに、著者の環境で電子原稿を作ることができる。なお、両フォーマットが同一の場合は、前処理は不要になる。

変換処理の仕方は、両フォーマットの相違の程度により異なる。また、電子原稿がフォーマット上正確に作成されていれば、自動変換で済むが、不正確な場合はその程度によって手作業が必要になることがある。学協会や出版社などは、スタイルファイルを用意するなど、著者が正確なフォーマットの電子原稿を作れるように配慮することが望ましい。

(2) 電子出版物の作成

「SGML/XMLを利用した方式」で、たとえば、印刷物、CD-ROM、WWW、PDF (Portable Document Format)、データベースなどを作成する。どれを作成するか、中に納めるデータ項目を何にするかは学協会や出版社などの方針による。ここで、「SGML/XMLを利用した方式」とは、

- (a) SGML/XMLに基づいた文書データベース（以下、SGML/XML方式文書DBと略す）を作り、それから各種電子出版物を作成する方式、あるいは、
- (b) 最も急ぐ必要がある電子出版物（たとえば、WWW版あるいは印刷版）を始めに作成し、その後、あるいはそれと並行してSGML/XML方式文書DBを作って、各種電子出版物を作成する方式とする。

電子出版物作成処理で用いるソフトウェアは、SGML/XMLに対応したもので良いし、SGML/XML方式文書DBと同等の別フォーマットを用い、必要なときにSGML/XML方式文書DBを出力して他の電子出版サブシステムと連携する機能を持つものでも良い。

なお、電子出版物の作成にあたっては、電子情報交換を円滑に行うために、電子出版物に収録される各論文にPII (Publisher Item Identifier) などの一義的な論文識別子を付与することが望ましい。

3.2.6 著者校正

著者校正を電子的に行うことも考えられるが、当面は現状のように紙で行うことが簡便で確実と考えられる。なお、著者が作成した電子原稿を用いているため、従来の方式に比べると著者校正の必要性は低い。

3.2.7 電子出版物の配布

HTMLやPDFなどのフォーマットを用いてネットワークを介した配布が考えられる。この種の電子出版物の配布に際しては、著作権に関する配慮が肝要である。著作権については国内法規や国際条約などを踏まえる必要がある。電子出版物の配布に関連して電子投稿規定が影響を受ける可能性がある。

なお、最近では、電子原稿を著者自らがネットワークを通じて配布（公開）することが増えている。電子投稿規定においては、電子原稿の著作権の帰属先を明記することをはじめ、電子原稿を著者が配布することの可否、配布可能な場合は内容改変の可否や出典表示の要不要、配布可能な時期・期間等についても言及することを検討する必要がある。また、CD-ROMなどのネットワーク以外の電子媒体、および印刷物などの電子媒体以外の媒体での配布や転載についても言及することを検討する必要がある。

電子出版物の配布は、学協会や出版社などが自ら行う場合の他に、適当な機関に委託して行うことも考えられる。委託して行う場合は、データ項目、検索表示機能、サービスの対象者、利用料金、実施期間などを学協会・出版社等と委託先との間でよく協議して決める必要がある。また、特定機関を対象とするデータベースの提供も考えられる。この場合も、データ項目、料金、提供期間などを学協会・出版社等と委託先との間でよく協議して決める必要がある。

4. 電子原稿の作成方法

学協会や出版社などが、著者に電子投稿を求める場合、著者は学協会や出版社などが用意した電子投稿規定に従って、指定されたワードプロセッシング・ソフトウェア（以下、ワープロソフトと略記）ないしDTPソフトウェアあるいはエディタを使い、原稿を構成するデータ項目を書いて、電子原稿を作成することになる。

そのため、学協会や出版社などは電子投稿規定において、データ項目を明示し、著者が使用するソフトウェアでのデータ項目の書き方を示す必要がある。書き方は、ソフトウェアがスタイル機能を持つか否か、そのソフトウェアが何かなどによって異なってくる。

そこで本ガイドラインでは、4.1にデータ項目について、4.2にスタイル機能付きソフトウェアの場合の書き方、4.3にスタイル機能を持たない場合の書き方を述べる。

スタイル機能付きソフトウェアの方が、著者にも刷り上がりのイメージに近いものが得られ、分かりやすいというメリットがある。もっとも、学協会や出版社などは、特定のソフトウェアを指定することによって著者が不利とならないように、たとえば、その分野で広く使用されているソフトウェアを採用する、あるいは使用可能なソフトウェアを複数指定するなどの配慮をすることが望ましい。また、電子原稿がどのような電子出版物になるか、たとえば、印刷物、CD-ROM版、WWW版の例などを挙げ、電子原稿と電子出版物とはレイアウトが異なることを示すことが望ましい。

4.1 データ項目と項目間の関係

本ガイドラインでは、電子原稿に取り入れるべき基本的なデータ項目と項目間の関係を4.1.2に示すが、これらは、雑誌論文（解説も含む）の文書構造を記述したSGML方式による文書構造定義：DTD（文書型定義）AからDの中から基本的なデータ項目と考えられるものを、項目間の関係も含めて採ったものである。そこにはSIST08で示された項目も含まれている。各学協会や出版社などは必要に応じて、データ項目を取捨選択あるいは追加できる。

A) 雑誌論文の構造に関する ISO 規格（ISO 12083 1994年制定）

元は米国出版協会が作成した規格であり、ISOになった後、JIS（JIS X 0804 1996年制定）にもなっている。

B) 学術論文用 DTD（国立情報学研究所 1999年）

学術全分野の論文を想定して作成された。前身の「学術論文用汎用 DTD」は95年から実際に使用されている。

C) 科学技術論文用 DTD（科学技術振興事業団 1997年）

科学技術分野の論文を想定して作成された。初期バージョンは1996年から実際に使用されている。

D) 化学論文用 DTD（日本化学会 1992年）

アメリカ化学会で考案されたものを元に作成された。1993年から実際に使用されている。

4.1.1 データ項目

電子原稿のデータ項目とは、論文タイトル、著者名、抄録などの文献情報だけでなく、章節のタイトル、段落、図、表、数式、参照文献等々、原稿を構成するすべてのデータ項目である。序論、理論、実験、結果、考察などといった内容を示す構成要素ではなく、形式上の構成要素であるため、データ項目という。なお、データ項目の観点からは、序論、理論、実験など内容を示す事項は、章や節のタイトルに反映されると想定している。

4.1.2 データ項目間の関係

章、節、段落といった階層関係、論文タイトルに始まり、本文、参考文献リスト、付録などと並ぶ前後関係、本文から図、表、文献を参照する参照関係などがある。なお、参照される図や表は印刷物では参照元から近い位置にレイアウトされるが、原稿としては本文の後にまとめて置く方式でよい。一方、数式は原稿の場合にも本文中に埋め込む方式でもよいし、あるいは本文中には参照のみ置き、数式自体は後にまとめて置く方式でもよい。以下に、電子原稿に収めるべき基本的データ項目を記す。ここでの字下げは階層関係を意味している（データ項目の詳細については参考3参照）。

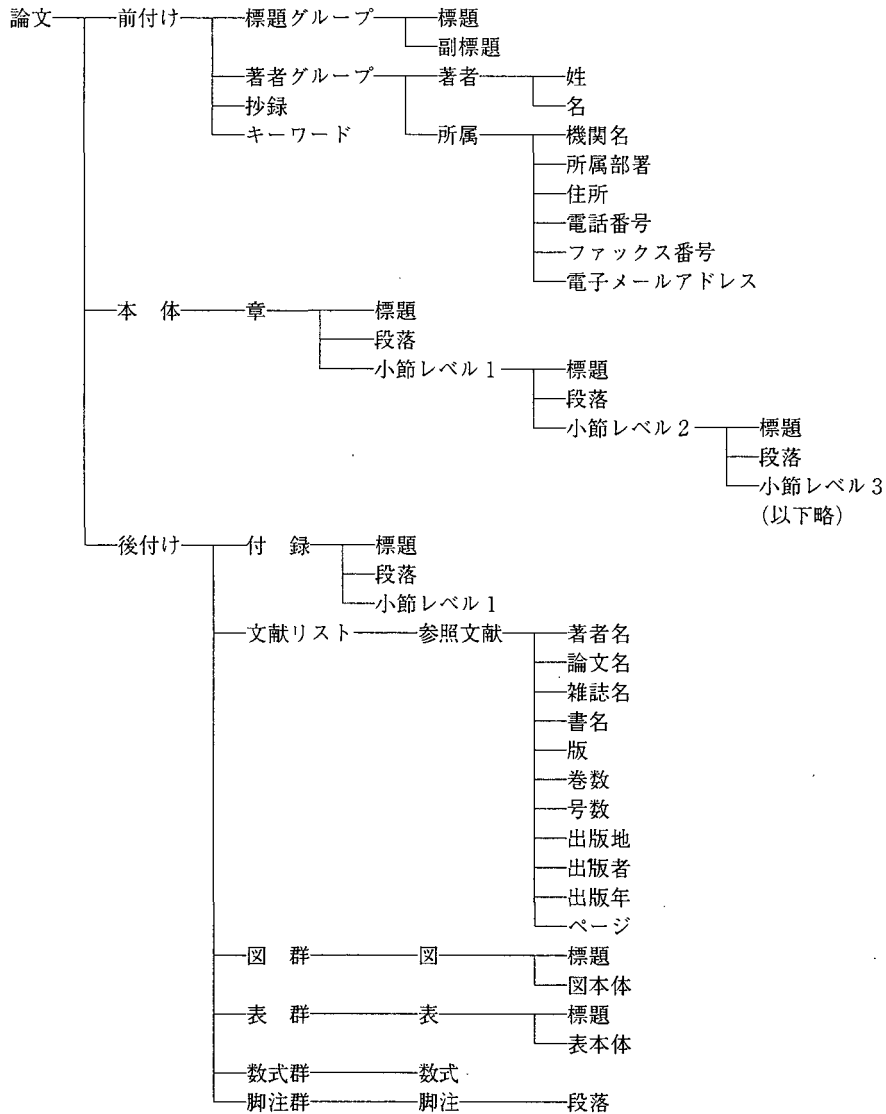


図2 基本的データ項目

4.2 スタイル機能付きワープロの場合

4.1に述べたデータ項目を並べた電子原稿を投稿規定に沿って著者に書いてもらうのは難しい。そこで、各データ項目にフォントなどの書式データが設定されたスタイルファイルを利用し、スタイル機能付きワープロを使って電子原稿を作成するのが便利である。こうすれば、著者は投稿規定をさほど気にすることなく、各データ項目を区別した電子原稿を書くことができ、見た目も綺麗になる。また、データ項目だけでなく、上付き・下付き文字やイタリック文字などの指定、英文中のギリシャ文字、文字コードにない特殊文字（たとえば、両向き矢印ほか）などを間違えなく伝えることができる。

ここでは、例として代表的な手法を2つ、すなわち、1) スタイル機能とRTFを用いる方法、2) LaTeXによる方法を示す。

4.2.1 スタイル機能とRTFを用いる方法

スタイル機能を持ち、文書データ交換形式RTF (Rich Text Format) が使えるワープロソフトを使用する方法である。RTFはスタイル機能や上付き・下付き文字やイタリック文字などの指定を持った文書データを交換することができる。この条件を満たすワープロソフトには、Microsoft Word, WordPerfect, PageMakerなどがある。電子原稿の作成例を参考1(1)例1に示す。

(1) ギリシャ文字

英文の場合はフォント：symbolを用いて書けばよい。

(2) 特殊文字

(a) その名前が書かれたコードリスト (ISO 8879 Information processing – Text and office systems – Standard Generalized Markup Language (SGML) の付録) を使用するよう指示する。たとえば、両向き矢印文字の名前を rarrow とすれば、&rarrow; と書けばよい。なお、&名前; の形式は SGML の形式でもある。

(b) ハードコピー上の特殊文字部分を空欄にして、赤字で記入するよう指示する。

(3) 数式

(a) ワープロソフトの数式エディタあるいはTeXを使って作成するよう指示する。

(b) 行内の簡単な式は、文字、フォント：symbol、特殊文字で入力するよう指示する。

(c) 番号付きの複雑な式は、画像として扱い、受取り可能な画像データのフォーマットを指定する。

(4) 表

(a) 受取り可能な表データのフォーマット (Excel など) を指定する。

(b) 画像として扱う場合は、受取り可能な画像データのフォーマットを指定する。

(5) その他の注意事項

(a) スタイルのフォントや文字サイズなどを著者が勝手に変更しないよう指示する。

(b) 電子原稿をRTF形式で保存するよう指示する。

4.2.2 LaTeXによる方法

LaTeXはTeXにスタイル機能を持たせたものであり、数式の記述能力に優れている点が特徴である。

(1) ギリシャ文字

¥alpha のように書く。

(2) 特殊文字

その名前が書かれたコードリスト (ISO 8879 の付録) を使用するよう指示する。たとえば、両向き矢印文字の名前を rarrow とすれば、¥rarrow; と書けばよい。

(3) 数式

TeXで書く。

(4) 表

TeXで書く。

(5) その他の注意事項

スタイルのフォントや文字サイズなどを記述したマクロを著者が勝手に変更しないよう指示する。

4.2.3 スタイルファイルの配布

著者からのスタイルファイルの請求に対し、以下の配布方法がある。

(1) フロッピーディスクなど

スタイルファイルの入ったフロッピーディスクなどを、スタイルファイルの使い方のハードコピー付きで郵送する。

(2) 電子メールの自動返送

著者から、指定のIDに電子メールを送ってもらい、自動的にスタイルファイルを返送する。

(3) WWW

WWWを開設しているところなら、WWW上で投稿規定やスタイルファイルを利用した入力方法などを掲載するほか、著者がスタイルファイルの部分をクリックすれば、自動的に著者のマシンにファイルをダウンロードできるようにする（実際にはFTPという機能を利用している）。

(4) anonymous FTP

著者からインターネット上のスタイルファイル格納アドレスにアクセスしてもらい、FTPの機能を使ってダウンロードしてもらう。著者がスタイルファイルを容易に取得できるよう、コマンド操作など具体的手順を記述する。

4.2.4 テキスト

(1) 必要があれば一行の文字数制限、強制改行の扱い（段落中では用いないなど）について指示する。

(2) 欧米語を使う場合は単語の途中で改行しないよう指示する。

4.2.5 テキスト以外（図、写真、表、数式、動画、音声）の共通事項

(1) 受取り可能なソフトウェアとバージョンを指定する。

(2) データ圧縮の可否と圧縮方法（zip, JPEGなど）を指定する。非可逆圧縮の場合、解凍後は元のものより劣化することを著者に周知しておく。

(3) 図、表、写真のキャプションの扱い（テキストファイルの最後にまとめる、別ファイルにするなど）を記述する。

(4) 図、表、写真のキャプション中に記号は含めないよう指示する。（記号の説明は図中で行うなど）。

(5) 1ファイル当たりの容量に制限がある場合はそれを記述する。

(6) 写図、表などでデータとして扱えない場合は、別紙とするよう指示する。

4.2.6 図、写真

(1) 受取り可能な画像データのフォーマット（GIF, TIFF, PostScript, ビットマップなど）を指定する。

(2) 解像度は400dpi以上が望ましい。

(3) 現状では、カラーのイメージデータだけの提出では色が厳密に再現されない場合があるため、必要に応じて現物の提出も必要な旨明記する。

4.2.7 動画

受取り可能な動画像データのフォーマット（MPEG など）を指定する。

4.2.8 音声

受取り可能な音声データのフォーマットを指定する。

4.3 スタイル機能を持たない場合

この場合は、スタイル機能によって暗示的に与えられていた情報、すなわち、データ項目、上付き下付き、イタリックなどの指定、英文中のギリシャ文字、文字コードにない特殊文字（たとえば、両向き矢印ほか）などの情報が無いため、それを別の方法によって電子原稿の段階で補うか、あるいは電子出版処理の前処理の段階で手作業によって補うことになる。上付き下付き、イタリックなどの指定、英文中のギリシャ文字、文字コードにない特殊文字を示すための資料として、ワープロで作成した文書のハードコピーが参考になる。このように手間が掛かるため、電子投稿のメリットが生かしきれていない方法と言える。

電子原稿の作成方法としては、プレインテキストやテンプレート方式などが考えられる。テンプレート方式はデータ項目を示すタグが先に入力されており、著者はそれに論文内容を入力していく方式である。タグまで著者に入力してもらう方式は原理的には可能だが、著者の負担が大きく、無理があろう。

4.3.1 プレインテキスト

ASCII のテキスト（.txt）形式で受け取る方法である。参考資料としてワープロで作成した文書のハードコピーを添付してもらう。また、ワープロ文書データをそのまま受け取る方法もあるが、この場合は対応できるワープロソフトとバージョンを明記する。

プレインテキストではデータ項目を示すタグがないため、データ項目を前処理プログラムで区別するためには、項目の順番と改行が重要なファクターとなる。見出しの後や段落ごとに改行を 1 回行い、段落内では決して改行しない（自動改行が行われる場合は取る）、そしてデータ項目の終わりごとに改行を 2 回行うなどを指示する必要がある。また、項目の順番を守ってもらうこと、ある項目を使わない場合のスキップのさせ方なども指示する必要がある。こうして電子原稿を作ってもらっても、データ項目をプログラムだけで完全に判定することは難しいため、前処理での手作業が発生するなど問題が多い。手作業によるデータ項目判定のための資料として、ワープロ文書のハードコピーが参考になる。

プレインテキストは実際にはワープロ文書を ASCII のテキスト形式に変換し、上述の改行を追加して作成することになる。電子原稿の作成例を参考 1 (2)例 1 に示す。

(1) ギリシャ文字

英文の場合は次に示す特殊文字と同じ扱いとする。

(2) 特殊文字

- (a) ハードコピー上の特殊文字部分を空欄にして、赤字で記入するよう指示する。
- (b) その文字の名前が書かれたコードリスト（ISO 8879 の付録）を使用するよう指示する。たとえば、両向き矢印文字の名前を rarrow とすれば、SGML の手法によって &rarrow; と書くか、あるいは TeX の手法によって ¥rarrow と書く。

(3) 数式

- (a) 行内の簡単な式は、使用可能文字を使って、あるいは、特殊文字と同じ方法で書くよう指示する。
- (b) 番号付きの複雑な式は、画像として扱い、受取り可能な画像フォーマットを指定する。

(4) 表

- (a) 受取り可能な表データのフォーマットを指定する。
- (b) 画像として扱う場合は、受取り可能な画像データのフォーマットを指定する。

(5) 写真や図

4.2の該当部分から実情にあったものを選択する。

4.3.2 テンプレート方式

テンプレートの各データ項目に、ワープロ文書中の該当部分をカットアンドペーストして電子原稿を作成する。プレインテキストの場合と異なり、ワープロ文書から自動変換できない分、著者にとっては面倒になる。電子原稿の作成例を参考1(2)例2に示す。

(1) 上付き、下付き、イタリックなどの指定

SGMLあるいはHTMLの手法、すなわち、指定開始箇所と終了箇所をタグで示す。たとえば、イタリックの指定は、`<it>`を開始箇所に、`</it>`を終了箇所に入れる。

(2) ギリシャ文字

英文の場合は次に示す特殊文字と同じ扱いとする。

(3) 特殊文字

- (a) その文字の名前が書かれたコードリスト（ISO 8879の付録）を使用するよう指示する。たとえば、両向き矢印文字の名前を`rlarrow`とすれば、SGMLの手法によって`&rlarrow;`と書くか、あるいはTeXの手法によって`\rlarrow`と書く。
- (b) ハードコピー上の特殊文字部分を空欄にして、赤字で記入するよう指示する。

(4) 数式

- (a) 行内の簡単な式は、使用可能文字を使って、あるいは、特殊文字と同じ方法で書くよう指示する。
- (b) 番号付きの複雑な式は、TeXの手法で書く、あるいは、画像として扱い、受取り可能な画像フォーマットを指定する。

(5) 表

- (a) 受取り可能な表データのフォーマットを指定する。
- (b) TeXで書く。
- (c) 画像として扱う場合は、受取り可能な画像データのフォーマットを指定する。

(6) 写真や図

4.2の該当部分から実情にあったものを選択する。

(7) テンプレートの配布

4.2のスタイルファイルの配布と同じである。

4.3.3 テキスト

- (1) 必要があれば一行の文字数制限、強制改行の扱い（段落中では用いないなど）について指示する。
- (2) 欧米語を使う場合は単語の途中で改行しないよう指示する。

4.3.4 テキスト以外（図、写真、表、数式、動画、音声）の共通事項

4.2.5と同じ。

4.3.5 動画

4.2.7と同じ。

4.3.6 音声

4.2.8と同じ。

5. 電子原稿の提出方法

ここでは、論文審査後に初めて電子投稿を行う場合を主として想定する。

5.1 ディスク

- (1) ディスクの提出時期を明記する（審査終了後など）。
- (2) ディスクの提出の宛先を明記する。
- (3) 対応できるディスク種別（サイズ、フォーマット、記録密度）を指定する。

例 FD

MO

CD-R

DVD-RAM

- (4) テキストは1ファイルにまとめ、図表、数式などは個別ファイルにするなど、ファイルのあり方を指示する。また、ディスク中に原稿と関係のないファイルは含めないよう指示する。
- (5) テキスト、画像、表などのファイルは、論文番号や著者名や図番号などを利用して、一貫したファイル名（例：a1101.rtf, suzuki2.gif）を付けるよう指示することが望ましい。なお、ファイル名に使用する文字は英数字とする。
- (6) 最初から電子投稿を行い、修正ファイルを再度投稿する場合は、修正ファイルの命名法を定めることが望ましい。

例 honbunrv など。

- (7) LaTeX ならソースファイルのほか、コンパイルに必要なソースファイルも一緒に提出するよう指示する。
- (8) データ圧縮の可否、圧縮ソフトウェアについて指定する。
- (9) 最初から電子投稿する場合などは、投稿票をディスクとともに提出するよう指示する。投稿票に書く内容を、ディスク中の1ファイルとしてまとめる方法もある（このファイルは圧縮しない）。
- (10) 投稿票への記載事項としては下記のようなものがある。

機種名、ディスクの種別（サイズ、フォーマット）、テキスト形式、ハードコピーの枚数、図、写真、表、式の枚数、ディスク中に含めるファイルのファイル名とそのソフトウェアとバージョンのリスト、受付番号、著者名、著者の所属機関名、連絡先住所、連絡先電話番号、FAX番号、メールアドレス、圧縮ソフトウェア名、シリーズ中の一論文であることなどの注記

- (11) ウィルスチェッカーで検査するよう指示することが望ましい。
- (12) ハードコピー、原図、写真なども併せて提出するか否かを指示する。また、提出する場合はその部数を指定する。ハードコピーなどの内容が最終ファイルと一致しているか確認するよう指示する。
- (13) ディスクラベルへの記載事項を指示する。記載事項は(10)より選択する。

例 受付番号、著者名、機関名、ファイル名、機種名、ソフトウェアとバージョン

- (14) 郵送物一覧を示す

例 (a) ディスク、(b) 投稿票、(c) 別紙（テキスト、数式、表、図、写真）

- (15) 保護のため、ディスクはプラスチックケースに入れるなど、郵送形態を指示する。
- (16) ディスク返却の有無を明記する。
- (17) 著者にオリジナルディスクを保管するよう指示する。

5.2 電子メール、FTP

郵送時間がかからず、郵送費も格段に安くなるが、現時点では文字化けやインデントのずれなどの問題もあるため、紙媒体による投稿や場合によってはFAX投稿の併用も考えられる。ここでは、審査後に電子メールの添付ファイルとして投稿する場合を主として想定する。

- (1) メールを送信時期を明記する（審査終了後など）。
- (2) まちがいなく受け取ったことを著者に知らせるため、何日付け（必要に応じて時刻まで）で受け取ったかの受理通知（返信メールなど）を出す。それを出す時期（メール投稿後一週間以内など）を明記する。
- (3) 宛先のメールアドレス、又は転送先を明記する。FTPの場合は、転送のためのコマンド操作を具体的に記述する。
- (4) FTPの場合は、パスワードやシリアル番号を投稿者に知らせるため、事前に連絡するように指示する。
- (5) テキストは1ファイルにまとめ、図表、数式は個別ファイルにするなど、ファイルのあり方を指示する。また、メール中に原稿と関係のないファイルは添付しないよう指示する。
- (6) テキスト、図表、数式などの添付ファイルは、前述の一貫したファイル名を付けるよう指示することが望ましい。
- (7) 最初から電子投稿を行い、修正ファイルを再度投稿する場合は、修正ファイルの命名法を定めることが望ましい。

例 a1101re.tex など。

- (8) LaTeXならソースファイルのほか、コンパイルに必要なソースファイルも一緒に送るよう指示する。
- (9) データ圧縮の可否、圧縮ソフトウェアについて指定する。
- (10) 投稿票をメールの本体中あるいは添付ファイルの1つとしてまとめる方法もある（このファイルは圧縮しない）。
- (11) 投稿票への記載事項としては下記のようなものがある。
機種名、テキスト形式、メールに添付するファイルのファイル名とそのソフトウェアとバージョンのリスト、受付番号、著者名、著者の所属機関名、連絡先住所、連絡先電話番号、FAX番号、メールアドレス、圧縮ソフトウェア名、シリーズ中の一論文であることなどの注記
- (12) ウィルスチェッカーで検査するよう指示することが望ましい。
- (13) ハードコピーや原図、写真なども別途提出するか否かを指示する。提出する場合はその部数と郵送時期（メールしてから数日以内など）を指定する。ハードコピーなどの内容が最終ファイルと一致しているか確認するよう指示する。
- (14) メールを出すときのタイトルの命名法も定めることが望ましい。たとえば論文番号をタイトル中に含ませるなど。
- (15) 同じ論文を間違っ二重、三重に投稿することがないように指示する。
- (16) 著者にオリジナルファイルを保管するよう指示する。

6. 電子出版物

電子原稿はSGMLのタグ付けを行って構造化文書にした後、最終成果物として伝統的な紙媒体の雑誌以外にも多様な形態を取りうる。以下の図はその例である。学協会に必要な公開法を選択する必要がある。

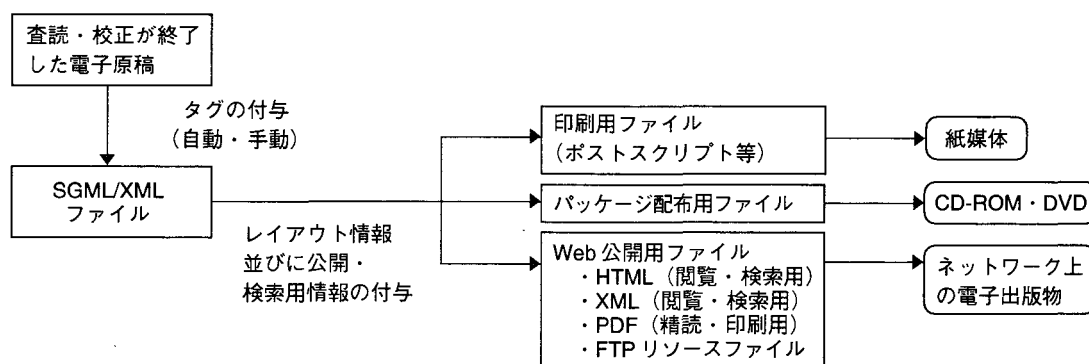


図3 電子原稿の最終成果物の例

雑誌の形態として、伝統的な紙媒体の他、現時点ではCD-ROMなどの保存用出版物ならびにHTMLやPDFなどを用いたネットワーク上での電子出版物などの形態を想定できる。伝統的な紙媒体の出版物に比べ、CD-ROMやネットワーク上を流通する電子出版物は、従来載せられなかった「音声」や「動画」などのデータを取り込むことができる。さらに、電子原稿は、すでに付与されているSGML/XMLタグをHTMLタグに変換することによって、WWW上で公開することもできる。このような電子出版物は、テキストデータとしての全文データ、もしくは、紙媒体の雑誌のように体裁を整えた電子画像データ、あるいは、音声データなどの形式をとることができる。また、これらの最終成果物は、オンラインデータベースや電子図書館を構築する際のリソースとしても用いることができる。

電子出版物は、電子原稿に付与したSGML/XMLのタグを有効に活用する検索エンジンを組み込んだ情報検索システムと組み合わせることによって、紙媒体ではできなかった柔軟な検索を行える。さらに、検索に用いた全文データを実際に読む場合には、印刷物を電子画像化したデータや印刷物に近いイメージを得られるPDFファイルと組み合わせるなどの工夫によって、読みやすさを確保し、高度な情報提供に結びつけることができる。さらに、WWW上の雑誌同士であれば引用文献にリンクを施し、直接お互いの引用文献を表示させることも可能である。

7. 電子投稿規定に記載すべき内容

これまで述べてきたように、電子投稿規定に盛り込むべき事項としては下記のもの挙げられる。

(1) 電子原稿の作成方法

- (a) テキスト
- (b) 図
- (c) 写真
- (d) 表
- (e) 数式
- (f) 特殊文字
- (g) 動画
- (h) 音声

(2) 電子原稿の提出方法

- (a) ディスク
- (b) 電子メール, FTP

(3) 著作権

電子原稿の著作権の帰属について明記する。電子原稿や出版物を著者自身が再利用する場合には、その範囲・制限などについても言及することが望ましい。また、学協会・出版者などが再利用する場合も同様である。なお、マルチメディア関連の著作権法については、現在議論の途上にあるため、今後の動向に注意を払う必要がある。

(4) 原著論文の定義の明示

学協会・出版社は、論文投稿前に著者自身がWWW上の「ホームページ」などを用いて発表した内容を論文として投稿してきた場合、これを「原著論文」と認めるか否かについて規定を明示する必要がある。この規定は学協会・出版社の出版物が印刷物か電子媒体かに拘わらず必要である。

(5) 電子原稿の作成例

(6) 電子出版物の体裁見本

電子原稿が印刷物、CD-ROM、WWWなどになったとき、どのような体裁になるかその見本を示すことが望ましい。

(7) 電子投稿することのメリット

電子投稿によるメリットを投稿規定中に盛り込むことが望ましい。

8. その他の留意事項

(1) 電子情報に対する公知証明

学協会において、論文誌などで発表された論文に対して、特許公知などに伴う内容証明を行う場合、証明内容、方法について明示しておくことが望ましい。特に電子出版物のみで出版を行った場合には、現時点では学協会において発表証明が可能であるか否かの判断が難しいので、今後の動向に注意を払う必要がある。

(2) その他

- (a) 投稿規定をインターネットに載せた場合は、出版物の方にそのURLを明記する。
- (b) 文字化けの原因となるため、半角カタカナは使用しないよう指示する。
- (c) その文字の名前が決められていない特殊文字については各学協会で定める。

参考1 電子原稿の作成例とその印刷物見本

(1) スタイル機能ありの場合

1105

ガソリン自動車の駆動系制御性に関する一考察

A Study on Controlling the Drivetrain of Gasoline Vehicle

○正 山崎 一平¹⁾ 正 鎌田 実²⁾東京大学大学院¹⁾: 東京都文京区弥生 2-11-16東京大学²⁾: 東京都文京区弥生 2-11-16Ipei YAMAZAKI¹⁾ Minoru KAMATA²⁾Graduate School, The University of Tokyo¹⁾: 2-11-16 Yayoi, Bunkyo-ku, TokyoThe University of Tokyo²⁾: 2-11-16 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo

Abstract: Controlling output torque of gasoline vehicle is one of the way of realizing the advanced autonomous-driving and the purpose of the improving drivability. In this study, the response of gasoline engine system and the drivetrain are examined with numerical simulations and experimental tests. And we consider about the reduction of the surge phenomenon, improving the response and the longitudinal vehicle following control.

Key Words: control, drivetrain, gasoline engine

1. はじめに

自動車の加速に関する運転性について考えるときに、エンジンの出力特性のみに目を向けてしまいがちである。しかし、車両が加速する際に関連する要素はエンジンのみではなく、変速機を含んだ駆動系や車体全体を含むものである。そのため、より高度な自動運転や運転性の向上を実現するためにはエンジンのみの制御ではなく、駆動系や車体を考慮に入れる必要があると考えられる。実際、駆動系の影響によって運転性を低下させる例として、車両前後方向の低周波振動であるサージ現象を挙げることが出来る。これは、運転者の加速の意志によるエンジントルクの変化が駆動系のねじり振動を引き起こしてしまうために発生する現象である。また、自動運転車両の前車追従制御を行う場合でも、エンジンの発生トルクの変化に対する車体の前後方向の加速度への応答性は駆動系の影響によって変化する。

本研究ではガソリン自動車における機関、駆動系の応答性についての検討を行い、それをふまえて車両前後方向の運動の制御について、アクセル操作に対する車両加速度の制御を行う例と、前車自動追従車両の車間距離制御についての一考察を行うものである。

2. ガソリンエンジンの応答

ガソリンエンジンの出力は主にシリンダ内への流入空気量、燃料、点火時期といったパラメータによって決定される。流入空気量を制御するためにはスロットルアクチュエータを用いて行うことができる。この場合、スロットルアクチュエータの応答性や吸気管の影響によって遅れが存在する。燃料については噴射する燃料の量を制御することは簡単であるが、直噴方式でない場合には実際にシリンダ内に流入する燃料の量を制御することは容易ではない。それは、噴射された燃料の吸気管壁面への付着等が発生するためである。点火時期については制御しやすく応答性も高いのであるが、基本的にトルクを減少させることしかできないことが欠点として挙げられる。

吸気管モデルとしては次のようなものを考えることが可能である^[1]。

$$Q_c = \frac{1}{1 + T_s} Q_a \quad (1)$$

Q_c : 気筒内流入空気量, Q_a : スロットル部流入空気量
 T は次式で表現される時定数である。

$$T = \frac{2V}{NDV_o I n} \quad (2)$$

V : マニホールド容積 m^3 , D : エンジン排気量 m^3 , N : エンジン回転数/s, $Voln$: 容積効率

エンジン回転数 30 1/s (1800rpm), $V=D$, $Voln=1$ とすると $T=0.066$ となる。

4気筒エンジンとして、シリンダ内に流入して燃焼するまでの平均のむだ時間 T_{int_delay} は

$$T_{int_delay} = \frac{1}{N} \quad (3)$$

で表されるため、4気筒エンジンで $N=30$ 1/s であるなら $T_{int_delay}=0.033$ s となる。このむだ時間は燃料についても同等である。

点火時期制御による出力制御では各点火毎に可変であるから、これにかかる最大のむだ時間 $T_{ign_delay_maz}$ は4気筒エンジンとして

$$T_{ign_delay_maz} = \frac{1}{2N} \quad (4)$$

である。これらから、吸気管モデルの一次遅れの影響がもつとも大きいことがわかる。

更に、スロットルアクチュエータによって流入空気量を制御する場合には、これらの遅れに加えてスロットルアクチュエータの応答性の影響も存在する。スロットルアクチュエータの方式にもよるのでステッピングモータを用いたものの一例を挙げると、スロットルの全閉～全開にかかる時間が 0.15 s 程度である。

実際にスロットルアクチュエータを取り付けて、スロットルアクチュエータへの指令に対するエンジン回転速度の変化を測定した結果が Fig.1 である。変速機位置は中立 (ニュートラル) にしてクラッチは締結された状態とした。この実験装置の場合、スロットルアクチュエータへの指令値の変化に対してほぼ 0.1 s の無反応時間 (むだ時間) が生じている。エンジン回転数を高くした場合にもほぼ同程度のむだ時間が観測された。

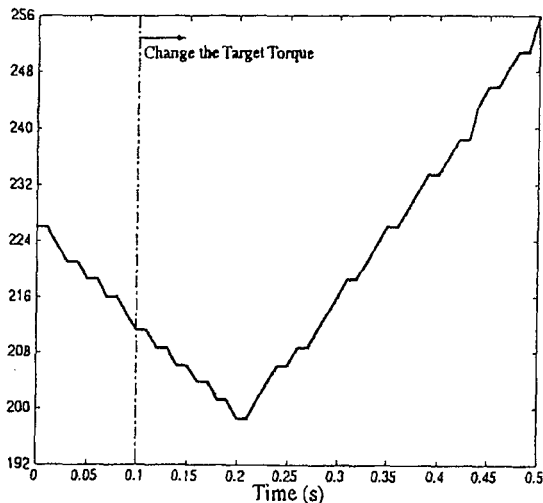


Fig. 1 : Step Response with Throttle Actuator
(Engine Speed rad/s)

3. 駆動系の応答

駆動系の影響についてはクラッチやギアのバックラッシュ、継ぎ手部分のガタ、ドライブシャフト、アクスルシャフトのねじれなどの影響がある。駆動系モデルによる数値シミュレーションや実車実験によると、駆動トルクの変化に対してもっとも影響を受けるのがアクスルシャフトのねじれであることがわかっている。自動変速機の場合にはトルクコンバータの特性や変速の特性も大きな影響を与える。通常の自動変速機の場合、アクセルペダルを大きく踏み込むとキックダウンと呼ばれる動作によって、大きいギア比のギアに変速される。一連のキックダウンの動作にかかる時間は変速機の性能によっても異なるものであるが、キックダウンの指令が行われてから完了するまで0.5 s~1 s程度である。本研究においては手動変速機を想定した検討を行うため、自動変速機についてはロックアップクラッチが締結され、自動変速しない状態として考える。

駆動力によってアクスルシャフトのねじれが発生し、これによってサージ現象（高いギア比の時に発生しやすい車体前後方向の振動）の発生と加速度応答に影響を与える^[2]。アクスルシャフトのねじれ剛性を高めることや回転部品の慣性モーメントの低減によってこれをある程度改善することが可能であるが、そのほかの要素との兼ね合いによって限界点が存在する。

変速機位置 4 速相当（減速比:3.9）とした駆動系に対するステップ応答を示したのが Fig. 2 である。加速度の最大値は駆動系への入力トルクのステップ変化に対して 0.05 s 程遅れてあらわれる。微少な振動が発生しているが、これはアクスルシャフトの一節のねじり振動によるものである。また、エンジンの発生トルクが増加すれば加速度の立ち上がりが急激になり、遅れは少なくなる。

以上のような遅れが存在するため、これを考慮した制御系の設計を行う必要がある。特にエンジンのむだ時間の影響によって駆動系のねじり振動を誘発する場合がある。

4. アクセルに対する車両加速度制御

アクセルペダルの踏み込み角に車両の加速度が素早く追従できるようなエンジン制御系を一つの例として取り上げる。

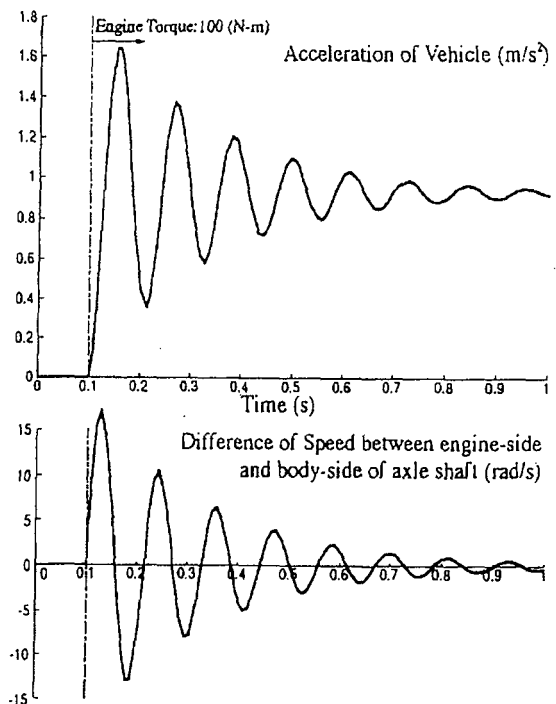


Fig. 2 : Step Response of Drivetrain

この場合エンジンの応答性を高めるだけでは良い解決策とは言えない。なぜなら、それは車体の前後方向の低周波振動（変速機位置 2 速で約 5 Hz）であるサージを引き起こすだけになりかねないからである。また、サージを抑制しようとする車体の加速度の初期の応答性を低下させてしまうかもしれない。この節ではより高い応答性とサージの抑制の両立を実現するための制御について述べる。エンジンおよびエンジンの出力制御に用いようとするスロットルアクチュエータは第 2 章の例としてとりあげたものである。

抑えたい振動であるサージの周波数が約 5 Hz であるから周期は約 0.2 s となるが、用いようとするスロットルアクチュエータによる出力制御は 0.1 s のむだ時間が存在する系である。サージの周波数は乗員数の変化やギア比の変化によって影響を受けるものであるため、これらの変化にもロバストな制御器を設計することが望まれる。そこでこのむだ時間の取り扱いが重要となるが、むだ時間に対してロバストで効果的なフィードバック制御器の設計は困難である。そこでサージの抑制を応答の速い点火時期制御によって行い、目標加速度に対する追従性の向上をスロットルアクチュエータの制御によって行うような方針で制御系の設計を行った^[3]。点火時期制御機的设计には H^∞ 制御理論を適用し、ロバスト性を向上させている。 H^∞ 制御でむだ時間をモデル化誤差として考慮する方法の一例^[4]もあるが、エンジン系の 0.1 s のむだ時間をモデル化誤差としてしまうとサージの周波数帯域では制御のためのゲインを上げることが出来なくなってしまう。

このような設計方針のもとに設計された制御器を実車に実装して実験を行った結果が Fig. 3 である。実験開始時の車輪速は 27 rad/s とし、 -2 rad/s^2 の目標加速度で減速する。開始から 1 s の時点で目標加速度を 8 rad/s^2 に変化させた。目標加速度のステップ変化に対して 0.15 s 程度のむだ時間が存在している。サージの抑制を行わない場合でもほぼ同程度のむだ時間が存在していることから、スロットルアクチュエータの応答遅れと駆動系の影響が大きいと判断される。サー

ジの抑制を行わない場合、一定のエンジン出力に対して速度の上昇は振動的となっている。アクスルシャフト両端の回転速度差のグラフはねじり振動の状態をあらわすものであるが、サージの抑制を行った場合には非常に素早く振動が収束していると初期の応答時間が同等であることがわかる。

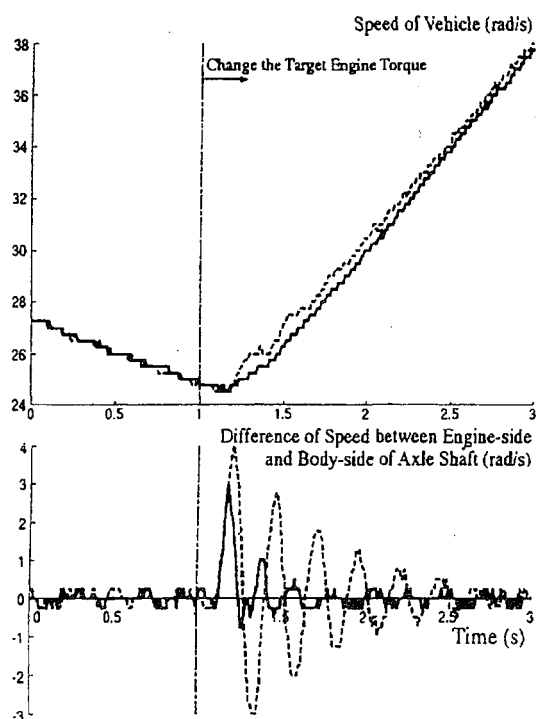


Fig.3 : Results of Experimental Test

5. 先行車両追従制御

次に、駆動系モデルを含んだ先行車両追従数値シミュレーションについての考察を行う。車間距離の制御はPID制御器（サンプリングタイム0.05 s）によって行うものとし、先行車両との正確な車間距離と車速の差を得ることが出来るものとする。

まず、変速機位置を4速に固定した場合のシミュレーションについて述べる。エンジンのトルク制御系を理想的に0.1 sのむだ時間のみを持つ系と仮定した場合、PID制御器の各パラメータをチューニングしていった結果、先行車両がステップ的に1.0 m/s²で加速した場合の車間距離の変化量の最大値を0.3 mとなるようなPID制御器のパラメータを得ることが出来た（Fig.4）。しかし、この場合はエンジン系のむだ時間が増加すると車間距離の制御性能が低下するために車間距離制御の精度を高めるためにはパラメータの再調整が必要となる。むだ時間の影響がかなりシビアとなるために、ロバスト制御理論を適用した制御器の設計が必要であると考えられる。

さらにもう1台の同一の車両が追従している状態についても同様のシミュレーションを行ってみた。結果はFig.5に示している。この場合は、先頭から2台目と3台目の車間距離が若干振動的となり、車間距離の変化の最大値は0.4 m程度に増加した。3台目の車体の加速度の変化は大きなものとなっており、車間距離の変化の度合いが大きいため状況となるため、乗員は不快・不安感を持つことが予想される。自動運転車両において乗員が不快・不安感を持つという事はもっとも避けなくてはならないことの一つであろう。

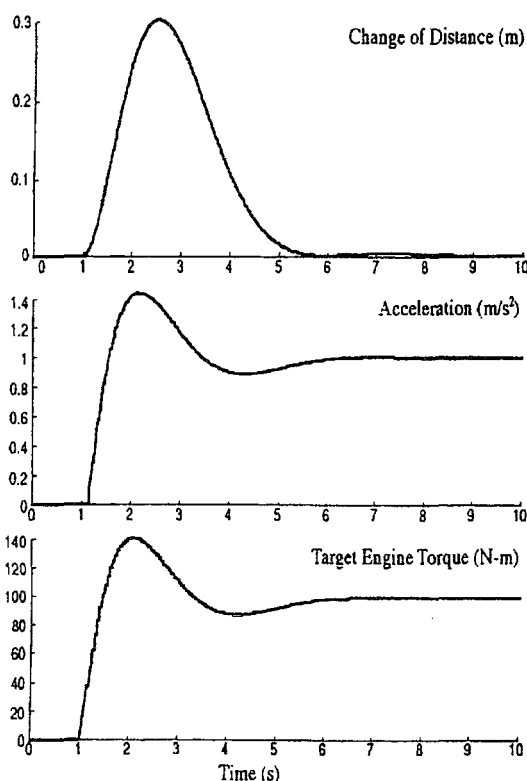


Fig.4 : Longitudinal Vehicle Control (2nd Vehicle)

このことを防ぐには、

- 制御器の感度を落とす
 - 車一車間通信によって、プラトーンに属する全ての車両が、基準となる一台の車両の動きにあわせる
- などといった方法が考えられる。

次に、変速機が4速から3速にキックダウンするような条件下においてのシミュレーションについて述べる。キックダウンにかかる時間は0.5 sとし、車両の加速開始から0.25 s経過した時点でキックダウンの開始を設定した。PID制御器はギア比によってその最適なパラメータが変化するため、各パラメータの再設定を行っている。先行車両は開始から1 sの時に2.0 m/s²で加速を開始する。それぞれの車両のエンジンの最大発生トルクは300 N-mに制限してある。Fig.6はシミュレーションの結果を示している。

キックダウンによるむだ時間によって車間距離が増加していることがわかる。そのために、エンジン発生トルクが大きくなるためサージを誘発してしまう。このことにより制御器のゲインを大きくすることが出来なくなり、追従性能の低下の原因となるのである。エンジントルクの目標値の振動はサージによって車速差が振動的になったために引き起こされているものである。この場合は車体の振動周波数とむだ時間の関係によっては、サージが更に大きくなるような状況も発生する。1台目と2台目の間隔の変化量の最大値は1.5 m程に大きくなっている。これはキックダウンしない場合の約5倍の大きさであり、1台目の加速度が2倍になっていることを差し引いても、著しく追従性能が低下していることがわかる。3台目は更に車間距離が開いており、2.3 m程である。こちらはキックしない場合に比べて6倍近く悪化しているが、これは変速時間による無駄時間の増加の影響を2台分受けることによるものであると考えられる。

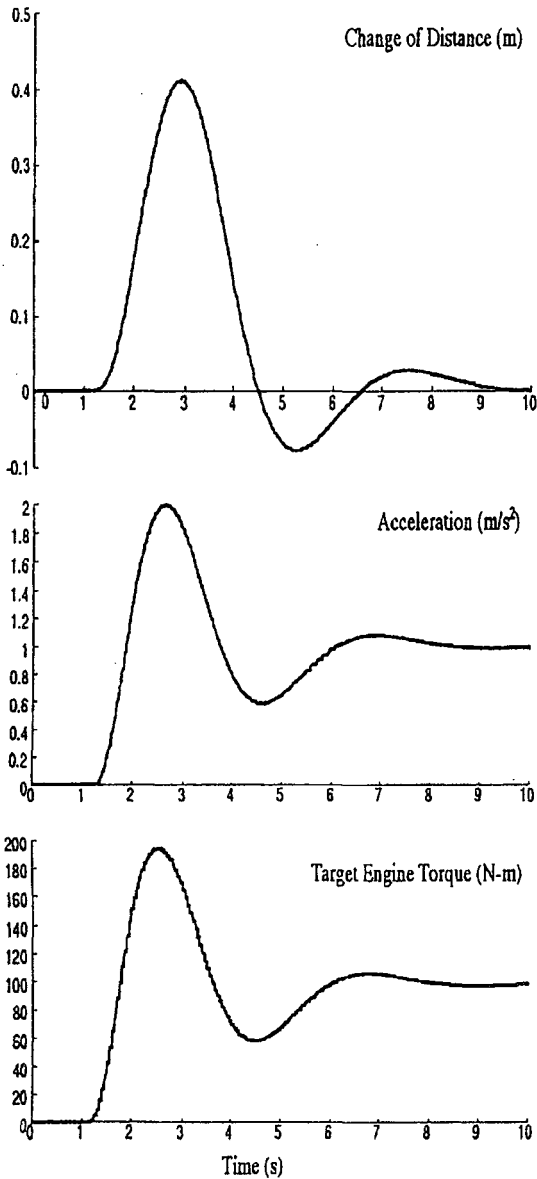


Fig.5 : Longitudinal Vehicle Control (3rd Vehicle)

以上のことから、ガソリンエンジンや駆動系(変速機)のむだ時間が車両応答に与える影響を考慮した制御器の設計が必要であることがわかる。

6. 結論

本研究において以下のことが確認された。

1. ガソリンエンジンの出力トルクを制御する場合、応答性にもっとも大きな影響を与える要素は吸気系統であり、この時スロットルアクチュエータの応答性によるむだ時間の存在は無視することが出来ない。
2. 駆動系はアクスルシャフトのねじれによる影響がもっとも大きく、特に高いギア比の時にその影響が大きくなる。目標とする加速度を素早く得るためには、駆動系についての考慮が不可欠である。
3. エンジン-駆動系を統合して考慮した制御器の設計によって、応答性を損なうことなく目標の加速度への収束の速いガソリンエンジン制御を行うことが可能である。

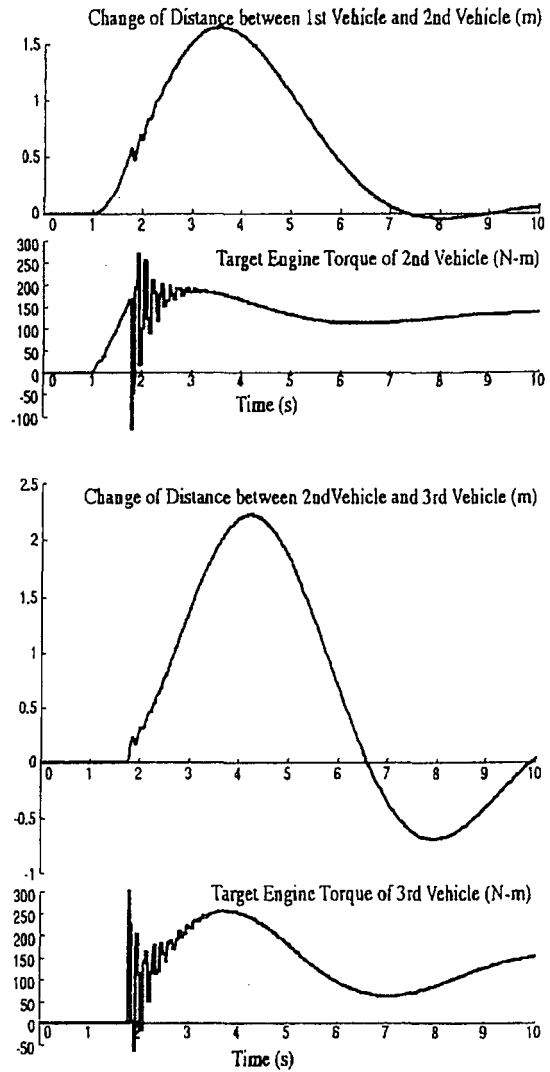


Fig.6 : Longitudinal Vehicle Control with Shifting Down into Third

4. ほぼ理想的な条件下で、エンジン-駆動系のあたえる前車自動追従制御への影響についての考察を行った結果、簡単な制御則を用いた車間制御では、車間距離をつめるために車間制御にPID制御によるフィードバックをかけると複数台のプラトーン走行時の安定性が問題となる可能性を示した。より安定な制御系を構築し、この場合も駆動系の影響を最初から取り込んで設計を行うのが望ましいと考えられる。

参考文献

- [1] 瀬古沢 照治, 高橋 信補, 塩谷 真:空燃比精密制御方式の開発, 自動車技術会学術講演会前刷集912, 1991-10
- [2] 山崎 一平, 鎌田 実:新制御則を用いたガソリン自動車駆動系ねじり振動の抑制, 自動車技術会論文集, Vol.27, No.2, 1996-4
- [3] 山崎 一平, 鎌田 実:目標加速度追従制御によるドライバビリティの向上, 自動車技術会学術講演会前刷集962, 1996-5
- [4] 細江 繁幸, 荒木 光彦:制御系設計 H_∞制御とその応用一, 朝倉書店

(2) スタイル機能なしの場合

例1 プレインテキスト

ここでは、図表、数式は別紙として扱い、その挿入箇所では改行を2回行っている。

一般講演

口頭

1105

ガソリン自動車の駆動系制御性に関する一考察

A Study on Controlling the Drivetrain of Gasoline Vehicle

口頭発表者

正員

山崎 一平

YAMAZAKI Ippei

東京大学大学院

東京都文京区弥生 2-11-16

Graduate School, The University of Tokyo

2-11-16 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo

正員

鎌田 実

KAMATA Minoru

東京大学

東京都文京区弥生 2-11-16

The University of Tokyo

2-11-16 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo

Controlling output torque of gasoline vehicle is one of the way of realizing the advanced autonomous driving and the purpose of the improving drivability. In this study, the response of gasoline engine system and the drivetrain are examined with numerical simulations and experimental tests. And we consider about the reduction of the surge phenomenon, improving the response and the longitudinal vehicle following control. control, drivetrain, gasoline engine

1. はじめに

自動車の加速に関する運転性について考えるときに、エンジンの出力特性のみに目を向けてしまいがちである。しかし、車両が加速する際に関連する要素はエンジンのみではなく、変速機を含んだ駆動系や車体全体を含むものである。そのため、より高度な自動運転や運転性の向上を実現するためにはエンジンのみの制御ではなく、駆動系や車体を考慮に入れる必要があると考えられる。実際、駆動系の影響によって運転性を低下させる例として、車両前後方向の低周波振動であるサージ現象を挙げる事が出来る。これは、運転者の加速の意志によるエンジントルクの変化が駆動系のねじり振動を引き起こしてしまうために発生する現象である。また、自動運転車両の前車追従制御を行う場合でも、エンジンの発生トルクの変化に対する車体の前後方向の加速度への応答性は駆動系の影響によって変化する。

本研究ではガソリン自動車における機関、駆動系の応答性についての検討を行い、それをふまえて車両前後方向の運動の制御について、アクセル操作に対する車両加速度の制御を行う例と、前車自動追従車両の車間距離制御についての一考察を行うものである。

2. ガソリンエンジンの応答

ガソリンエンジンの出力は主にシリンダ内への流入空気量, 燃料, 点火時期といったパラメータによって決定される。流入空気量を制御するためにはスロットルアクチュエータを用いて行うことができる。この場合, スロットルアクチュエータの応答性や吸気管の影響によって遅れが存在する。燃料については噴射する燃料の量を制御することは簡単であるが, 直噴方式でない場合には実際にシリンダ内に流入する燃料の量を制御することは容易ではない。それは, 噴射された燃料の吸気管壁面への付着等が発生するためである。点火時期については制御しやすく応答性も高いのであるが, 基本的にトルクを減少させることしかできないことが欠点として挙げられる。

吸気管モデルとしては次のようなものを考えることが可能である[1].

Qc:気筒内流入空気量, Qa:スロットル部流入空気量

Tは次式で表現される時定数である。

V:マニホールド容積 m³, D:エンジン排気量 m³, N:エンジン回転数/s, Voln:容積効率エンジン回転数30 1/s (1800rpm), V=D, Voln=1 とすると T=0.066 となる。

4気筒エンジンとして, シリンダ内に流入して燃焼するまでの平均のむだ時間 Tint_delay は

で表されるため, 4気筒エンジンで N=30 1/s であるなら Tint_delay=0.033s となる。このむだ時間は燃料についても同等である。

点火時期制御による出力制御では各点火毎に可変であるから, これにかかる最大のむだ時間 Tign_delay_max は 4気筒エンジンとして

である。これらから, 吸気管モデルの一次遅れの影響がもっとも大きいことがわかる。

更に, スロットルアクチュエータによって流入空気量を制御する場合には, これらの遅れに加えてスロットルアクチュエータの応答性の影響も存在する。スロットルアクチュエータの方式にもよるのでステッピングモータを用いたものの一例を挙げると, スロットルの全閉～全開にかかる時間が 0.15s 程度である。実際にスロットルアクチュエータを取り付けて, スロットルアクチュエータへの指令に対するエンジン回転速度の変化を測定した結果が Fig.1 である。変速機位置は中立 (ニュートラル) にしてクラッチは締結された状態とした。この実験装置の場合, スロットルアクチュエータへの指令値の変化に対してほぼ 0.1s の無反応時間 (むだ時間) が生じている。エンジン回転数を高くした場合にもほぼ同程度のむだ時間が観測された。

3. 駆動系の応答

駆動系の影響についてはクラッチやギアのバックラッシュ, 継ぎ手部分のガタ, ドライブシャフト, アクスルシャフトのねじれなどの影響がある。駆動系モデルによる数値シミュレーションや実車実験によると, 駆動トルクの変化に対してもっとも影響を受けるのがアクスルシャフトのねじれであることがわかっている。自動変速機の場合にはトルクコンバータの特性や変速の特性も大きな影響を与える。通常の自動変速機の場合, アクセルペダルを大きく踏み込むとキックダウンと呼ばれる動作によって, 大きいギア比のギアに変速される。一連のキックダウンの動作にかかる時間は変速機の性能によっても異なるものであるが, キックダウンの指令が行われてから完了するまで 0.5s ~ 1s 程度である。本研究においては手動変速機を想定した検討を行うため, 自動変速機についてはロックアップクラッチが締結され, 自動変速しない状態として考える。

駆動力によってアクスルシャフトのねじれが発生し、これによってサージ現象(高いギア比の時に発生しやすい車体前後方向の振動)の発生と加速度応答に影響を与える[2]。アクスルシャフトのねじれ剛性を高めることや回転部品の慣性モーメントの低減によってこれをある程度改善することが可能であるが、そのほかの要素とのかね合いによって限界点が存在する。

変速機位置4速相当(減速比:3.9)とした駆動系に対するステップ応答を示したのがFig.2である。加速度の最大値は駆動系への入力トルクのステップ変化に対して0.05s程遅れてあらわれる。微少な振動が発生しているが、これはアクスルシャフトの一節のねじり振動によるものである。また、エンジンの発生トルクが増加すれば加速度の立ち上がりは急激になり、遅れは少なくなる。

以上のような遅れが存在するため、これを考慮した制御系の設計を行う必要がある。特にエンジンのむだ時間の影響によって駆動系のねじり振動を誘発する場合がある。

4. アクセルに対する車両加速度制御

アクセルペダルの踏み込み角に車両の加速度が素早く追従できるようなエンジン制御系を一つの例として取り上げる。この場合エンジンの応答性を高めるだけでは良い解決策とは言えない。なぜなら、それは車体の前後方向の低周波振動(変速機位置2速で約5 Hz)であるサージを引き起こすだけになりかねないからである。また、サージを抑制しようとすると車体の加速度の初期の応答性を低下させてしまうかもしれない。この節ではより高い応答性とサージの抑制の両立を実現するための制御について述べる。エンジンおよびエンジンの出力制御に用いようとするスロットルアクチュエータは第2章の例としてとりあげたものである。

抑えたい振動であるサージの周波数が約5 Hzであるから周期は約0.2sとなるが、用いようとするスロットルアクチュエータによる出力制御は0.1sのむだ時間が存在する系である。サージの周波数は乗員数の変化やギア比の変化によって影響を受けるものであるため、これらの変化にもロバストな制御器を設計することが望まれる。そこでこのむだ時間の取り扱いが重要となるが、むだ時間に対してロバストで効果的なフィードバック制御器の設計は困難である。そこでサージの抑制を応答の速い点火時期制御によって行い、目標加速度に対する追従性の向上をスロットルアクチュエータの制御によって行うような方針で制御系の設計を行った[3]。点火時期制御機的设计には H_{∞} 制御理論を適用し、ロバスト性を向上させている。 H_{∞} 制御でむだ時間をモデル化誤差として考慮する方法の一例[4]もあるが、エンジン系の0.1sのむだ時間をモデル化誤差としてしまうとサージの周波数帯域では制御のためのゲインを上げることが出来なくなってしまう。

この様な設計方針のもとに設計された制御器を実車に実装して実験を行った結果がFig.3である。実験開始時の車輪速は27rad/sとし、-2rad/s²の目標加速度で減速する。開始から1sの時点で目標加速度を8rad/s²に変化させた。目標加速度のステップ変化に対して0.15s程度のむだ時間が存在している。サージの抑制を行わない場合でもほぼ同程度のむだ時間が存在していることから、スロットルアクチュエータの応答遅れと駆動系の影響が大きいと判断される。サージの抑制を行わない場合、一定のエンジン出力に対して速度の上昇は振動的となっている。アクスルシャフト両端の回転速度差のグラフはねじり振動の状態をあらわすものであるが、サージの抑制を行った場合には非常に素早く振動が収束していると初期の応答時間が同等であることがわかる。

5. 先行車両追従制御

次に、駆動系モデルを含んだ先行車両追従数値シミュレーションについての考察を行う。車間距離の制御はPID制御器(サンプリングタイム0.05s)によって行うものとし、先行車両との正確な車間距離と車速の差を得ることが出来る

ものとする。

まず、変速機位置を4速に固定した場合のシミュレーションについて述べる。エンジンのトルク制御系を理想的に0.1sのむだ時間のみを持つ系と仮定した場合、PID制御器の各パラメータをチューニングしていった結果、先行車両がステップ的に1.0m/s²で加速した場合の車間距離の変化量の最大値を0.3mとなるようなPID制御器のパラメータを得ることが出来た。(Fig.4)。しかし、この場合はエンジン系のむだ時間が増加すると車間距離の制御性能が低下するために車間距離制御の精度を高めるためにはパラメータの再調整が必要となる。むだ時間の影響がかなりシビアとなるために、ロバスト制御理論を適用した制御器の設計が必要であると考えられる。

さらにもう1台の同一の車両が追従している状態についても同様のシミュレーションを行ってみた。結果はFig.5に示している。この場合は、先頭から2台目と3台目の車間距離が若干振動的となり、車間距離の変化の最大値は0.4m程度に増加した。3台目の車体の加速度の変化は大きなものとなっており、車間距離の変化の度合いが大きいため状況となるため、乗員は不快・不安感を持つことが予想される。自動運転車両において乗員が不快・不安感を持つということはもっとも避けなくてはならないことの一つであろう。

このことを防ぐには、

- ・制御器の感度を落とす
- ・車-車間通信によって、プラトーンに属する全ての車両が、基準となる一台の車両の動きにあわせるなどといった方法が考えられる。

次に、変速機が4速から3速にキックダウンするような条件下においてのシミュレーションについて述べる。キックダウンにかかる時間は0.5sとし、車両の加速開始から0.25s経過した時点でキックダウンの開始を設定した。PID制御器はギア比によってその最適なパラメータが変化するため、各パラメータの再設定を行っている。先行車両は開始から1sの時に2.0m/s²で加速を開始する。それぞれの車両のエンジンの最大発生トルクは300N-mに制限してある。Fig.6はシミュレーションの結果を示している。

キックダウンによるむだ時間によって車間距離が増加していることがわかる。そのために、エンジン発生トルクが大きな値となるためサージを誘発してしまう。このことにより制御器のゲインを大きくすることが出来なくなり、追従性能の低下の原因となるのである。エンジントルク目標値の振動はサージによって車速差が振動的になったために引き起こされているものである。この場合は車体の振動周波数とむだ時間の関係によっては、サージが更に大きくなるような状況も発生する。1台目と2台目の間隔の変化量の最大値は1.5m程に大きくなっている。これはキックダウンしない場合の約5倍の大きさであり、1台目の加速度が2倍になっていることを差し引いても、著しく追従性能が低下していることがわかる。3台目は更に車間距離が開いており、2.3m程である。こちらはキックしない場合に比べて6倍近く悪化しているが、これは変速時間による無駄時間の増加の影響を2台分受けることによるものであると考えられる。

以上のことから、ガソリンエンジンや駆動系(変速機)のむだ時間が車両応答に与える影響を考慮した制御器の設計が必要であることがわかる。

6. 結論

本研究において以下のことが確認された。

1. ガソリンエンジンの出力トルクを制御する場合、応答性にもっとも大きな影響を与える要素は吸気系統であり、この時スロットルアクチュエータの応答性によるむだ時間の存在は無視することが出来ない。
2. 駆動系はアクスルシャフトのねじれによる影響がもっとも大きく、特に高いギア比の時にその影響が大きくなる。

目標とする加速度を素早く得るためには、駆動系についての考慮が不可欠である。

3. エンジン-駆動系を統合して考慮した制御器の設計によって、応答性を損なうことなく目標の加速度への収束の速いガソリンエンジン制御を行うことが可能である。

4. ほぼ理想的な条件下で、エンジン-駆動系のあたえる前車自動追従制御への影響についての考察を行った結果、簡単な制御則を用いた車間制御では、車間距離をつめるために車間制御にPID制御によるフィードバックをかけると複数台のプラトーン走行時の安定性が問題となる可能性を示した。より安定な制御系を構築し、この場合も駆動系の影響を最初から取り込んで設計を行うのが望ましいと考えられる。

参考文献

- 1 瀬古沢 照治, 高橋 信補, 塩谷 真: 空燃比精密制御方式の開発, 自動車技術会学術講演会前刷集 912, 1991-10
- 2 山崎 一平, 鎌田 実: 新制御則を用いたガソリン自動車駆動系ねじり振動の抑制, 自動車技術会論文集, Vol.27, No.2, 1996-4
- 3 山崎 一平, 鎌田 実: 目標加速度追従制御によるドライバビリティの向上, 自動車技術会学術講演会前刷集 962, 1996-5
- 4 細江 繁幸, 荒木 光彦: 制御系設計 H ∞ 制御とその応用一, 朝倉書店

例2 テンプレート形式

タグは既に用意されていて、著者は内容の入力のみを行う。

なお、この例では数式はTeXを使い、図表もデータで扱っている。また、図表、見出し、上付き下付きは著者がタグ付けする方式を取っている。

★★★原稿提出票開始★★★

【発表形式】 レギュラー

【記述言語】 日本語

【標題 (日本語)】 ガソリン自動車の駆動系制御性に関する一考察

《副標題 (日本語)》

【標題 (英語)】 A Study on Controlling the Drivetrain of Gasoline Vehicle

《副標題 (英語)》

★★★著者★★★

【所属機関の連番参照】 1

【発表者区分】 発表者

【姓 (和文)】 山崎

【名 (和文)】 一平

【姓 (ふりがな)】 やまざき

【名 (ふりがな)】 いっぺい

【姓 (欧文)】 YAMAZAKI

【名 (欧文)】 Ippei

【連絡先 (電子メールアドレス)】 yamazaki@***.**.jp

★★★著者★★★

【所属機関の連番参照】 2

【発表者区分】 非発表者

【姓 (和文)】 鎌田

【名 (和文)】 実

【姓 (ふりがな)】 かまた

【名 (ふりがな)】 みのる

【姓 (欧文)】 KAMATA

【名 (欧文)】 Minoru

★★★所属機関★★★

【連番】 1

【機関名 (和文)】 東京大学大学院

【機関名 (欧文)】 Graduate School, The University of Tokyo

★★★所属機関★★★

【連番】 2

【機関名 (和文)】 東京大学

【機関名 (欧文)】 The University of Tokyo

★★★★抄録とキーワード★★★★

【抄録（英語）】 Controlling output torque of gasoline vehicle is one of the way of realizing the advanced autonomous-driving and the purpose of the improving drivability. In this study, the response of gasoline engine system and the drivetrain are examined with numerical simulations and experimental tests. And we consider about the reduction of the surge phenomenon, improving the response and the longitudinal vehicle following control.

【キーワード（英語）】 control, drivetrain, gasoline engine

★★★★原稿提出票終了★★★★

★★★★論文開始★★★★

<見出し> 1. はじめに</見出し>

自動車の加速に関する運転性について考えるときに、エンジンの出力特性のみに目を向けてしまいがちである。しかし、車両が加速する際に関連する要素はエンジンのみではなく、変速機を含んだ駆動系や車体全体を含むものである。そのため、より高度な自動運転や運転性の向上を実現するためにはエンジンのみの制御ではなく、駆動系や車体を考慮に入れる必要があると考えられる。実際、駆動系の影響によって運転性を低下させる例として、車両前後方向の低周波振動であるサージ現象を挙げることが出来る。これは、運転者の加速の意志によるエンジントルクの変化が駆動系のねじり振動を引き起こしてしまうために発生する現象である。また、自動運転車両の前車追従制御を行う場合でも、エンジンの発生トルクの変化に対する車体の前後方向の加速度への応答性は駆動系の影響によって変化する。

本研究ではガソリン自動車における機関、駆動系の応答性についての検討を行い、それをふまえて車両前後方向の運動の制御について、アクセル操作に対する車両加速度の制御を行う例と、前車自動追従車両の車間距離制御についての一考察を行うものである。

<見出し> 2. ガソリンエンジンの応答</見出し>

ガソリンエンジンの出力は主にシリンダ内への流入空気量、燃料、点火時期といったパラメータによって決定される。流入空気量を制御するためにはスロットルアクチュエータを用いて行うことができる。この場合、スロットルアクチュエータの応答性や吸気管の影響によって遅れが存在する。燃料については噴射する燃料の量を制御することは簡単であるが、直噴方式でない場合には実際にシリンダ内に流入する燃料の量を制御することは容易ではない。それは、噴射された燃料の吸気管壁面への付着等が発生するためである。点火時期については制御しやすく応答性も高いのであるが、基本的にトルクを減少させることしかできないことが欠点として挙げられる。

吸気管モデルとしては次のようなものを考えることが可能である ^[1]。

<tex>

¥begin{eqnarray}

$$Q_c = \frac{1}{1 + Ts} Q_a$$

¥end{eqnarray}

</tex>

Q_c:気筒内流入空気量, Q_a:スロットル部流入空気量

Tは次式で表現される時定数である。

<tex>

¥begin{eqnarray}

$$T = \frac{2V}{ND \text{Voln}}$$

¥end{eqnarray}

</tex>

V:マニホールド容積 m^3 , D:エンジン排気量 m^3 , N:エンジン回転数 /s, Voln:容積効率エンジン回転数 30 1/s (1800rpm), $V=D$, $Voln=1$ とすると $T=0.066$ となる。

4気筒エンジンとして、シリンダ内に流入して燃焼するまでの平均のむだ時間 T_{int_delay} は

<tex>

$\begin{eqnarray}$

$$T_{int_delay} = \frac{1}{N}$$

$\end{eqnarray}$

</tex>

で表されるため、4気筒エンジンで $N=30$ 1/s であるなら $T_{int_delay}=0.033s$ となる。このむだ時間は燃料についても同等である。

点火時期制御による出力制御では各点火毎に可変であるから、これにかかる最大のむだ時間 $T_{ign_delay_max}$ は4気筒エンジンとして

<tex>

$\begin{eqnarray}$

$$T_{ign_delay_max} = \frac{1}{2N}$$

$\end{eqnarray}$

</tex>

である。これらから、吸気管モデルの一次遅れの影響ももっとも大きいことがわかる。

更に、スロットルアクチュエータによって流入空気量を制御する場合には、これらの遅れに加えてスロットルアクチュエータの応答性の影響も存在する。スロットルアクチュエータの方式にもよるのでステッピングモータを用いたものの一例を挙げると、スロットルの全閉-全開にかかる時間が0.15s程度である。

実際にスロットルアクチュエータを取り付けて、スロットルアクチュエータへの指令に対するエンジン回転速度の変化を測定した結果が Fig.1 である。変速機位置は中立（ニュートラル）にしてクラッチは締結された状態とした。この実験装置の場合、スロットルアクチュエータへの指令値の変化に対してほぼ0.1sの無反応時間（むだ時間）が生じている。エンジン回転数を高くした場合にもほぼ同程度のむだ時間が観測された。

< Fig.1 >

<ファイル名> yamazaki1.gif

<サイズ> x=75mm y=75mm

<キャプション> Step Response with Throttle Actuator (Engine Speed rad/s)

</ Fig.1 >

<見出し> 3. 駆動系の応答 </見出し>

駆動系の影響についてはクラッチやギアのバックラッシュ、継ぎ手部分のガタ、ドライブシャフト、アクスルシャフトのねじれなどの影響がある。駆動系モデルによる数値シミュレーションや実車実験によると、駆動トルクの変化に対してもっとも影響を受けるのがアクスルシャフトのねじれであることがわかっている。自動変速機の場合にはトルクコンバータの特性や変速の特性も大きな影響を与える。通常の自動変速機の場合、アクセルペダルを大きく踏み込むとキックダウンと呼ばれる動作によって、大きいギア比のギアに変速される。一連のキックダウンの動作にかかる時間は変速機の性能によっても異なるものであるが、キックダウンの指令が行われてから完了するまで0.5s~1s程度である。本研究においては手動変速機を想定した検討を行うため、自動変速機についてはロックアップクラッチが締結され、自動変速しない状態として考える。

駆動力によってアクスルシャフトのねじれが発生し、これによってサージ現象（高いギア比の時に発生しやすい車体前後方向の振動）の発生と加速度応答に影響を与える^[2]。アクスルシャフトのねじれ剛性を高めることや回転部品の慣性モーメントの低減によってこれをある程度改善することが可能であるが、そのほかの要素とのかね合いによって限界点が存在する。

変速機位置 4 速相当（減速比：3.9）とした駆動系に対するステップ応答を示したのが Fig.2 である。加速度の最大値は駆動系への入力トルクのステップ変化に対して 0.05s 程遅れてあらわれる。微少な振動が発生しているが、これはアクスルシャフトの一節のねじり振動によるものである。また、エンジンの発生トルクが増加すれば加速度の立ち上がりは急激になり、遅れは少なくなる。

< Fig.2 >

<ファイル名> yamazaki2.gif

<サイズ> x=75mm y=100mm

<キャプション> Step Response of Drivetrain

</ Fig.2 >

以上のような遅れが存在するため、これを考慮した制御系の設計を行う必要がある。特にエンジンのむだ時間の影響によって駆動系のねじり振動を誘発する場合がある。

<見出し> 4. アクセルに対する車両加速度制御 </見出し>

アクセルペダルの踏み込み角に車両の加速度が素早く追従できるようなエンジン制御系を一つの例として取り上げる。この場合エンジンの応答性を高めるだけでは良い解決策とは言えない。なぜなら、それは車体の前後方向の低周波振動（変速機位置 2 速で約 5 Hz）であるサージを引き起こすだけになりかねないからである。また、サージを抑制しようとする車体の加速度の初期の応答性を低下させてしまうかもしれない。この節ではより高い応答性とサージの抑制の両立を実現するための制御について述べる。エンジンおよびエンジンの出力制御に用いようとするスロットルアクチュエータは第 2 章の例としてとりあげたものである。

抑えたい振動であるサージの周波数が約 5 Hz であるから周期は約 0.2s となるが、用いようとするスロットルアクチュエータによる出力制御は 0.1s のむだ時間が存在する系である。サージの周波数は乗員数の変化やギア比の変化によって影響を受けるものであるため、これらの変化にもロバストな制御器を設計することが望まれる。そこでこのむだ時間の取り扱いが重要となるが、むだ時間に対してロバストで効果的なフィードバック制御器の設計は困難である。そこでサージの抑制を応答の速い点火時期制御によって行い、目標加速度に対する追従性の向上をスロットルアクチュエータの制御によって行うような方針で制御系の設計を行った^[3]。点火時期制御機的设计には $H \ll \infty$ 制御理論を適用し、ロバスト性を向上させている。 $H \ll \infty$ 制御でむだ時間をモデル化誤差として考慮する方法の一例^[4]もあるが、エンジン系の 0.1s のむだ時間をモデル化誤差としてしまうとサージの周波数帯域では制御のためのゲインを上げることが出来なくなってしまう。

この様な設計方針のもとに設計された制御器を実車に実装して実験を行った結果が Fig.3 である。実験開始時の車輪速は 27rad/s とし、 $-2\text{rad/s} \ll 2$ の目標加速度で減速する。開始から 1s の時点で目標加速度を $8\text{rad/s} \ll 2$ へ変化させた。目標加速度のステップ変化に対して 0.15s 程度のむだ時間が存在している。サージの抑制を行わない場合でもほぼ同程度のむだ時間が存在していることから、スロットルアクチュエータの応答遅れと駆動系の影響が大きいと判断される。サージの抑制を行わない場合、一定のエンジン出力に対して速度の上昇は振動的となっている。アクスルシャフト両端の回転速度差のグラフはねじり振動の状態をあらわすものであるが、サージの抑制を行った場合には非常に素早く振動が収束していると初期の応答時間が同等であることがわかる。

< Fig.3 >

<ファイル名> yamazaki3.gif

<サイズ> x=75mmy=100mm

<キャプション> Results of Experimental Test

</ Fig.3 >

<見出し> 5. 先行車両追従制御 </見出し>

次に、駆動系モデルを含んだ先行車両追従数値シミュレーションについての考察を行う。車間距離の制御はPID制御器（サンプリングタイム 0.05s）によって行うものとし、先行車両との正確な車間距離と车速の差を得ることが出来るものとする。

まず、変速機位置を4速に固定した場合のシミュレーションについて述べる。エンジンのトルク制御系を理想的に0.1sのむだ時間のみを持つ系と仮定した場合、PID制御器の各パラメータをチューニングしていった結果、先行車両がステップ的に1.0m/s²で加速した場合の車間距離の変化量の最大値を0.3mとなるようなPID制御器のパラメータを得ることが出来た。(Fig.4)。しかし、この場合はエンジン系のむだ時間が増加すると車間距離の制御性能が低下するために車間距離制御の精度を高めるためにはパラメータの再調整が必要となる。むだ時間の影響がかなりシビアとなるために、ロバスト制御理論を適用した制御器の設計が必要であると考えられる。

< Fig.4 >

<ファイル名> yamazaki4.gif

<サイズ> x=75mmy=100mm

<キャプション> Longitudinal Vehicle Control (2nd Vehicle)

</ Fig.4 >

さらにもう1台の同一の車両が追従している状態についても同様のシミュレーションを行ってみた。結果はFig.5に示している。この場合は、先頭から2台目と3台目の車間距離が若干振動的となり、車間距離の変化の最大値は0.4m程度に増加した。3台目の車体の加速度の変化は大きなものとなっており、車間距離の変化の度合いが大きいため状況となるため、乗員は不快・不安感を持つことが予想される。自動運転車両において乗員が不快・不安感を持つということはもっとも避けなくてはならないことの一つであろう。

このことを防ぐには、

- ・制御器の感度を落とす
 - ・車-車間通信によって、プラトーンに属する全ての車両が、基準となる一台の車両の動きにあわせる
- などといった方法が考えられる。

< Fig.5 >

<ファイル名> yamazaki5.gif

<サイズ> x=75mmy=150mm

<キャプション> Longitudinal Vehicle Control (3rd Vehicle)

</ Fig.5 >

次に、変速機が4速から3速にキックダウンするような条件下においてのシミュレーションについて述べる。キックダウンにかかる時間は0.5sとし、車両の加速開始から0.25s経過した時点でキックダウンの開始を設定した。PID制御器はギア比によってその最適なパラメータが変化するため、各パラメータの再設定を行っている。先行車両は開始から1sの時に2.0m/s²で加速を開始する。それぞれの車両のエンジンの最大発生トルクは300N-mに制限してある。Fig.6はシミュレーションの結果を示している。

キックダウンによるむだ時間によって車間距離が増加していることがわかる。そのために、エンジン発生トルクが大

きな値となるためサージを誘発してしまう。このことにより制御器のゲインを大きくすることが出来なくなり、追従性能の低下の原因となるのである。エンジントルクの目標値の振動はサージによって車速差が振動的になったために引き起こされているものである。この場合は車体の振動周波数とむだ時間の関係によっては、サージが更に大きくなるような状況も発生する。1台目と2台目の間隔の変化量の最大値は1.5m程に大きくなっている。これはキックダウンしない場合の約5倍の大きさであり、1台目の加速度が2倍になっていることを差し引いても、著しく追従性能が低下していることがわかる。3台目は更に車間距離が開いており、2.3m程である。こちらはキックしない場合に比べて6倍近く悪化しているが、これは変速時間による無駄時間の増加の影響を2台分受けることによるものであると考えられる。

以上のことから、ガソリンエンジンや駆動系（変速機）のむだ時間が車両応答に与える影響を考慮した制御器の設計が必要であることがわかる。

< Fig.6 >

<ファイル名> yamazaki6.gif

<サイズ> x=75mm y=150mm

<キャプション> Longitudinal Vehicle Control with Shifting Down into Third

</ Fig.6 >

<見出し> 6. 結論 </見出し>

本研究において以下のことが確認された。

1. ガソリンエンジンの出力トルクを制御する場合、応答性にもっとも大きな影響を与える要素は吸気系統であり、この時スロットルアクチュエータの応答性によるむだ時間の存在は無視することが出来ない。
2. 駆動系はアクスルシャフトのねじれによる影響がもっとも大きく、特に高いギア比の時にその影響が大きくなる。目標とする加速度を素早く得るためには、駆動系についての考慮が不可欠である。
3. エンジン-駆動系を統合して考慮した制御器の設計によって、応答性を損なうことなく目標の加速度への収束の速いガソリンエンジン制御を行うことが可能である。
4. ほぼ理想的な条件下で、エンジン-駆動系のあたえる前車自動追従制御への影響についての考察を行った結果、簡単な制御則を用いた車間制御では、車間距離をつめるために車間制御にPID制御によるフィードバックをかけると複数台のプラトーン走行時の安定性が問題となる可能性を示した。より安定な制御系を構築し、この場合も駆動系の影響を最初から取り込んで設計を行うのが望ましいと考えられる。

★★★★参考文献★★★★

- 1 瀬古沢 照治, 高橋 信補, 塩谷 真: 空燃比精密制御方式の開発, 自動車技術会学術講演会前刷集 912, 1991-10
- 2 山崎 一平, 鎌田 実: 新制御則を用いたガソリン自動車駆動系ねじり振動の抑制, 自動車技術会論文集, Vol.27, No.2, 1996-4
- 3 山崎 一平, 鎌田 実: 目標加速度追従制御によるドライバビリティの向上, 自動車技術会学術講演会前刷集 962, 1996-5
- 4 細江 繁幸, 荒木 光彦: 制御系設計 H ^{∞} 制御とその応用一, 朝倉書店

★★★★論文終了★★★★

ガソリン自動車の駆動系制御性に関する一考察

A Study on Controlling the Drivetrain of Gasoline Vehicle

○正 山崎 一平¹⁾ 正 鎌田 実²⁾東京大学大学院¹⁾: 東京都文京区弥生 2-11-16東京大学²⁾: 東京都文京区弥生 2-11-16Ippei YAMAZAKI¹⁾ Minoru KAMATA²⁾Graduate School, The University of Tokyo¹⁾: 2-11-16 Yayoi, Bunkyo-ku, TokyoThe University of Tokyo²⁾: 2-11-16 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo

Abstract: Controlling output torque of gasoline vehicle is one of the way of realizing the advanced autonomous-driving and the purpose of the improving drivability. In this study, the response of gasoline engine system and the drivetrain are examined with numerical simulations and experimental tests. And we consider about the reduction of the surge phenomenon, improving the response and the longitudinal vehicle following control.

Key Words: control, drivetrain, gasoline engine

1. はじめに

自動車の加速に関する運転性について考えるときに、エンジンの出力特性のみに目を向けてしまいがちである。しかし、車両が加速する際に関連する要素はエンジンのみではなく、変速機を含んだ駆動系や車体全体を含むものである。そのため、より高度な自動運転や運転性の向上を実現するためにはエンジンのみの制御ではなく、駆動系や車体を考慮に入れる必要があると考えられる。実際、駆動系の影響によって運転性を低下させる例として、車両前後方向の低周波振動であるサージ現象を挙げることが出来る。これは、運転者の加速の意志によるエンジントルクの変化が駆動系のねじり振動を引き起こしてしまうために発生する現象である。また、自動運転車両の前車追従制御を行う場合でも、エンジンの発生トルクの変化に対する車体の前後方向の加速度への応答性は駆動系の影響によって変化する。

本研究ではガソリン自動車における機関、駆動系の応答性についての検討を行い、それをふまえて車両前後方向の運動の制御について、アクセル操作に対する車両加速度の制御を行う例と、前車自動追従車両の車間距離制御についての一考察を行うものである。

2. ガソリンエンジンの応答

ガソリンエンジンの出力は主にシリンダ内への流入空気量、燃料、点火時期といったパラメータによって決定される。流入空気量を制御するためにはスロットルアクチュエータを用いて行うことができる。この場合、スロットルアクチュエータの応答性や吸気管の影響によって遅れが存在する。燃料については噴射する燃料の量を制御することは簡単であるが、直噴方式でない場合には実際にシリンダ内に流入する燃料の量を制御することは容易ではない。それは、噴射された燃料の吸気管壁面への付着等が発生するためである。点火時期については制御しやすく応答性も高いのであるが、基本的にトルクを減少させることしかできないことが欠点として挙げられる。

吸気管モデルとしては次のようなものを考えることが可能である¹⁾。

$$Q_c = \frac{1}{1+T_s} Q_a \quad (1)$$

Q_c : 気筒内流入空気量, Q_a : スロットル部流入空気量
 T は次式で表現される時定数である。

$$T = \frac{2V}{NDV_o I n} \quad (2)$$

V : マニホールド容積 m^3 , D : エンジン排気量 m^3 , N : エンジン回転数/s, $V_o I n$: 容積効率

エンジン回転数 30 1/s(1800rpm), $V=D$, $V_o I n=1$ とすると $T=0.066$ となる。

4 気筒エンジンとして、シリンダ内に流入して燃焼するまでの平均のむだ時間 T_{int_delay} は

$$T_{int_delay} = \frac{1}{N} \quad (3)$$

で表されるため、4 気筒エンジンで $N=30$ 1/s であるなら $T_{int_delay}=0.033$ s となる。このむだ時間は燃料についても同等である。

点火時期制御による出力制御では各点火毎に可変であるから、これにかかる最大のむだ時間 $T_{ign_delay_max}$ は 4 気筒エンジンとして

$$T_{ign_delay_max} = \frac{1}{2N} \quad (4)$$

である。これらから、吸気管モデルの一次遅れの影響がもっとも大きいことがわかる。

更に、スロットルアクチュエータによって流入空気量を制御する場合には、これらの遅れに加えてスロットルアクチュエータの応答性の影響も存在する。スロットルアクチュエータの方式にもよるのでステッピングモータを用いたもの一例を挙げると、スロットルの全閉～全開にかかる時間が 0.15 s 程度である。

実際にスロットルアクチュエータを取り付けて、スロットルアクチュエータへの指令に対するエンジン回転速度の変化を測定した結果が Fig.1 である。変速機位置は中立(ニュートラル)にしてクラッチは締結された状態とした。この実験装置の場合、スロットルアクチュエータへの指令値の変化に対してほぼ 0.1 s の無反応時間(むだ時間)が生じている。エンジン回転数を高くした場合にもほぼ同程度のむだ時間が観測された。

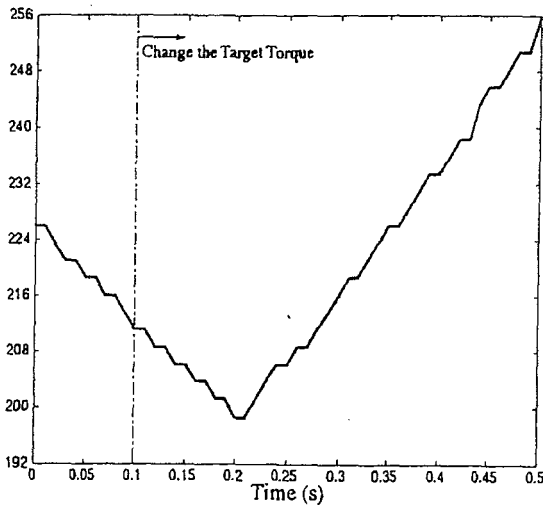


Fig.1 : Step Response with Throttle Actuator
(Engine Speed rad/s)

3. 駆動系の応答

駆動系の影響についてはクラッチやギアのバックラッシュ、継ぎ手部分のガタ、ドライブシャフト、アクスルシャフトのねじれなどの影響がある。駆動系モデルによる数値シミュレーションや実車実験によると、駆動トルクの変化に対してもっとも影響を受けるのがアクスルシャフトのねじれであることがわかってきている。自動変速機の場合にはトルクコンバータの特性や変速の特性も大きな影響を与える。通常の自動変速機の場合、アクセルペダルを大きく踏み込むとキックダウンと呼ばれる動作によって、大きいギア比のギアに変速される。一連のキックダウンの動作にかかる時間は変速機の性能によっても異なるものであるが、キックダウンの指令が行われてから完了するまで0.5 s~1 s程度である。本研究においては手動変速機を想定した検討を行うため、自動変速機についてはロックアップクラッチが締結され、自動変速しない状態として考える。

駆動力によってアクスルシャフトのねじれが発生し、これによってサージ現象（高いギア比の時に発生しやすい車体前後方向の振動）の発生と加速度応答に影響を与える^[2]。アクスルシャフトのねじれ剛性を高めることや回転部品慣性モーメントの低減によってこれをある程度改善することが可能であるが、そのほかの要素との兼ね合いによって限界点が存在する。

変速機位置 4速相当（減速比:3.9）とした駆動系に対するステップ応答を示したのがFig.2である。加速度の最大値は駆動系への入力トルクのステップ変化に対して0.05 s程遅れてあらわれる。微小な振動が発生しているが、これはアクスルシャフトの一節のねじり振動によるものである。また、エンジンの発生トルクが増加すれば加速度の立ち上がりが急激になり、遅れは少なくなる。

以上のような遅れが存在するため、これを考慮した制御系の設計を行う必要がある。特にエンジンのむだ時間の影響によって駆動系のねじり振動を誘発する場合がある。

4. アクセルに対する車両加速度制御

アクセルペダルの踏み込み角に車両の加速度が素早く追従できるようなエンジン制御系を一つの例として取り上げる。

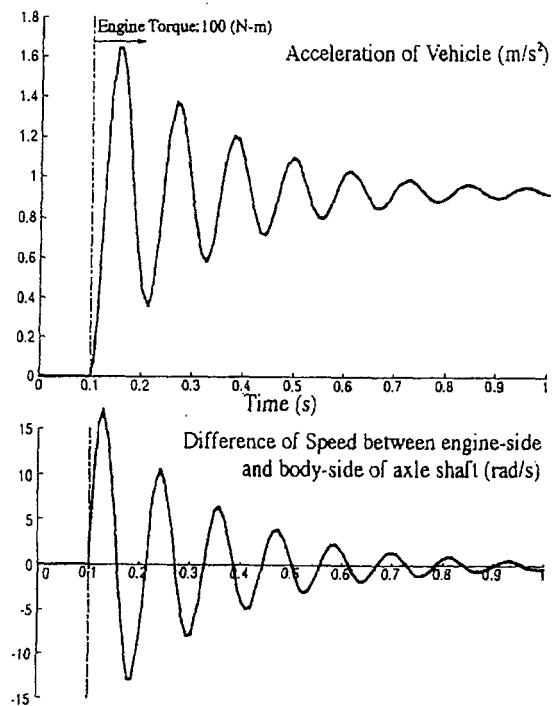


Fig.2 : Step Response of Drivetrain

この場合エンジンの応答性を高めるだけでは良い解決策とは言えない。なぜなら、それは車体の前後方向の低周波振動（変速機位置 2速で約 5 Hz）であるサージを引き起こすだけになりかねないからである。また、サージを抑制しようとすると車体の加速度の初期の応答性を低下させてしまうかもしれない。この節ではより高い応答性とサージの抑制の両立を実現するための制御について述べる。エンジンおよびエンジンの出力制御に用いようとするスロットルアクチュエータは第 2 章の例としてとりあげたものである。

抑えたい振動であるサージの周波数が約 5 Hz であるから周期は約 0.2 s となるが、用いようとするスロットルアクチュエータによる出力制御は 0.1 s のむだ時間が存在する系である。サージの周波数は乗員数の変化やギア比の変化によって影響を受けるものであるため、これらの変化にもロバストな制御器を設計することが望まれる。そこでこのむだ時間の取り扱いが重要となるが、むだ時間に対してロバストで効果的なフィードバック制御器の設計は困難である。そこでサージの抑制を応答の速い点火時期制御によって行い、目標加速度に対する追従性の向上をスロットルアクチュエータの制御によって行うような方針で制御系の設計を行った^[3]。点火時期制御機的设计には H^∞ 制御理論を適用し、ロバスト性を向上させている。 H^∞ 制御でむだ時間をモデル化誤差として考慮する方法の一例^[4]もあるが、エンジン系の 0.1 s のむだ時間をモデル化誤差としてしまうとサージの周波数帯域では制御のためのゲインを上げることが出来なくなってしまう。

この様な設計方針のもとに設計された制御器を実車に実装して実験を行った結果がFig.3である。実験開始時の車輪速は 27 rad/s とし、 -2 rad/s^2 の目標加速度で減速する。開始から 1 s の時点で目標加速度を 8 rad/s^2 に変化させた。目標加速度のステップ変化に対して 0.15 s 程度のむだ時間が存在している。サージの抑制を行わない場合でもほぼ同程度のむだ時間が存在していることから、スロットルアクチュエータの応答遅れと駆動系の影響が大きいと判断される。サー

JIS X 0804	国立情報学研究所	科学技術振興事業団	日本化学会
no 番号			
confname 会議名			
date 日付			
location 所在地			
avail 入手可能性			
history 出版来歴			prdates ピアレビュー
received 受付日			rcd 受理日
accepted 受領日			acd 承認日
revised 改訂日			rvd 改訂日
misc 種々の日付			
			ti 雑誌タイトル
			vol 巻
			iss 号
			part パート
			msc 論文タイプ
			la 言語
			pp 頁情報
fpage 最初のページ			spn 開始頁
lpage 最後のページ			epn 終了頁
coden 誌名識別コード		CODEN	cdn
acqno 受入・発注番号			
issn 国際標準逐次刊行物番号			issn ISSN
acidtree 中性紙識別子			
price 価格			
extent ページ数			
artid 論文識別子		doc-id ドキュメントIDコード	aid 論文番号
category 論文カテゴリ			fieldid 分類番号
pubid 出版社識別子			
ded 献辞	ded 謝辞		

JIS X 0804	国立情報学研究所	科学技術振興事業団	日本化学会
			vcont ビジュアルコンテンツ
		outline アブストラクト/キーワード群	
abstract 抄録	abstract 抄録	abs アブストラクト	abs 抄録
supmatl 補助資料入手可能性	supmall 補助資料入手可能性		
		keyword キーワード群	
keyword キーワード	front.keyword キーワード	key キーワード	
keyphras キーフレーズ	front.keyphras キーフレーズ		
body 本体	body 本体	body 論文本体	bdy 本体
part 部編要素	part 部編要素		
no 番号	part.no 部編番号		
title 標題	part.title 部編標題		
p 段落	para 段落 (タイトル外注用)	p 段落	
%p.zz 段落副要素	%p.zz 段落副要素		
chapter 章	chapter 章		
chapter 章	chapter 章	h1 セクション1	sec セクション0
no 番号	chapter.no 章番号	t タイトル	st セクションタイトル
title 標題	chapter.title 章標題		
p 段落	para 段落 (タイトル外注用)	p 段落	p パラグラフ
%p.zz 段落副要素	%p.zz 段落副要素		
		topic トピック	
subject1 小節レベル1	section 節	h2 セクション2	sec1 セクション1
no 番号	section.no 節番号	t タイトル	st セクションタイトル
title 標題	section.title 節標題		
p 段落	para 段落 (タイトル外注用)	p 段落	p パラグラフ
%p.zz 段落副要素	%p.zz 段落副要素		
		topic トピック	
subject2 小節レベル2	subject1 小節レベル1	h3 セクション3	sec2 セクション2
appmat 付録事項	appmat 付録事項		bm バックマター
appendix 論文付録	appendix 付録	add-txt 論文の後付け	appm 付録

JIS X 0804	国立情報学研究所	科学技術振興事業団	日本化学会
		sec セクション0	
no 番号	appendix.no 付録番号	t タイトル	st セクションタイトル
title 標題	chapter.title 章標題		
p 段落	para 段落 (ダイレクトリンク用)	p 段落	p パラグラフ
subject1 小節レベル1	section 節	topic トピック	sec1 セクション1
back 後付け	back 後付け		bm バックマター
ack 謝辞	ack 謝辞		
vita 履歴	vita 履歴		
biblist 文献リスト	biblist 文献リスト		bbgr 参考文献群
		bibgraph 引用/参考文献	bb 参考文献
head リスト見出し要素	biblist.head 見出し (文献リスト)	bibhead 参考文献のヘッダ	
citation 書誌記入及び引用要素	biblist.citation 引用 (文献リスト)	bibitem 参考文献の項目	
no 番号	m.bib.no 書誌番号	bibt 参考文献の標題	no 番号
title 標題	m.bib.title 書誌標題		atl 論文タイトル
	m.bib.subtitle 書誌副標題	bibsubt 参考文献のサブ標題	
author 著者	bib.author 著者 (書誌データ構成要素)	bubauth 参考文献の著者名	au 著者
			eau 主要著者
corpauth 著者としての団体	bib.corpauth 著者としての団体 (書誌データ構成要素)		
	editor 編集者 (書誌データ構成要素)		
	ed 版数 (書誌データ構成要素)	bibed 参考文献の版表示	
msn 単行書シリーズ番号	msn 単行書シリーズ番号	bibvol 参考文献の巻	vol 巻
		bibno 参考文献の号	iss 号
sertitle 単行書シリーズ標題	sertitle 単行書シリーズ標題	bibsert 参考文献の雑誌名 (書籍)	ti タイトル
location 出版社の所在地	bib.location 出版社の所在地 (書誌データ構成要素)	bibcoun 参考文献の出版地	
	pub 発行元 (書誌データ構成要素)	bibpub 参考文献の出版者	
date 出版日付	bib.date 出版日付 (書誌データ構成要素)	bibyear 参考文献の出版年	pbdate 出版日
	hplace 会議開催場所 (書誌データ構成要素)		
	hdate 会議開催日 (書誌データ構成要素)		
	hbody 会議主催者名 (書誌データ構成要素)		

JIS X 0804	国立情報学研究所	科学技術振興事業団	日本化学会
pages 著作ページ番号	bib.pages 参照ページ番号 (書誌データ構成要素)	bibpage 参考文献のページ	pp 頁情報
			spn 開始頁
			epn 終了頁
subject 主題	subject 主題 (書誌データ構成要素)		
		bibcode 参考文献の管理コード	
	howpublished 出版形態 (書誌データ構成要素)		
othinfo その他の書誌情報	othinfo その他の書誌情報 (書誌データ構成要素)	bibfree 参考文献の記述	obi その他書誌情報
%p.zz 段落副要素	%p_zz 段落副要素	%info-uni 文書詳細	bm バックマター
	list リスト		
deflist 定義リスト	list.dl 定義リスト	deflist 定義リスト	
head 見出し		head 定義リストのヘッダ	
ddhd 定義記述見出し		ddhd 定義語のグループタイトル	
term 用語定義	list.dt 定義する用語	term 定義語	
dd 記述定義	list.dd 定義する説明文	dd 定義語の説明	
	list.ul 番号なしリスト		
	list.li リスト項目		
	list.ol 番号付きリスト		
	list.li リスト項目		
indaddr 個人住所	indaddr 個人住所		
orgaddr 団体住所	orgaddr 組織住所		
artwork 図版	artwork 図版		
bq ブロック引用	bq ブロック引用		
lit 文字列			
date 日付	p.el.date 日付 (一般段落要素)		
biblist 文献リスト	p.el.biblist 文献リスト (一般段落要素)		
head 見出し	p.el.biblist.head リスト見出し (一般段落要素)		
citation 引用	p.el.biblist.citation 書誌記入及び引用要素 (一般段落要素)		
author 著者	p.el.author 著者 (一般段落要素)		
corpauth 著者としての団体	p.el.corpauth 著者としての団体 (一般段落要素)		

JIS X 0804	国立情報学研究所	科学技術振興事業団	日本化学会
keyword キーワード	p.el.keyword キーワード (一般段落要素)		
keyphras キーフレーズ	p.el.keyphras キーフレーズ (一般段落要素)		
poem 詩	p.el.poem 詩モデル (一般段落要素)		
nameloc 名前付き所在地			
indxflag 索引エントリフラグ			
			tblgr 表群
table 表	table テーブル	tbl 表	table 表
no 番号	table.caption テーブルの標題	caption 図表キャプション	no 番号
title 標題			tt 表タイトル
		ext-tb 外部参照の表	tbldata 表データ
		txt-tb 内部表現の表	表本体
tbody 表本体	table.tbody テーブル本体	tbody SGML 表	
	table.tr テーブルの行		
head 表見出し	table.thead テーブルヘッダ	thead テーブルヘッダ	th 表項目
	table.tr テーブルの行		
tsubhead 表欄下位見出し	table.tfoot テーブルフッタ	tsubhead テーブルサブヘッダ	tsh 表副項目
	table.tr テーブルの行		
	table.colgroup テーブルカラムグループ		
	table.col テーブルカラム		
row 列	table.tr テーブルの行	row 行	row 列
tsub 表区切り	table.th テーブルヘッダセル	tstub テーブルスタブ	tsb 列項目
cell セル	table.td テーブルデータセル	cell 列	c 欄
		note 図表の説明	tblfn 表脚注
list リスト	list リスト	list 箇条書き	
head リスト見出し		head 箇条書きのヘッダ	
item リスト項目	list.li リスト項目	item 箇条書きの項目	
	form 数式要素		
f 行内数式	formula 数式		
dfg 表示数式グループ	dformgrp 表示数式グループ		eqngr 数式群

JIS X 0804	国立情報学研究所	科学技術振興事業団	日本化学会
df 表示数式	dformula 表示数式	eqn 数式・化学式	equation 数式
		caption 図表キャプション	eqnno 数式番号
		note 図表の説明	
		dformula 内部表記の数式	eqn 数式本体 eqndata 数式データ
		cfid 内部表記の化学式	
		ext-eqn 外部参照の数式	
		tex TeXの数式	
	chemical 化学式		
%i.float 浮動要素	%l_float 浮動要素	%info-uni 文書詳細	bm バックマター
figgrp 図	figgrp 図グループ		figgr フィギュア群
fig 図	fig 図	fig 図の定義	figure フィギュア
title 標題	figgrp.title 図標題	caption 図表キャプション	no 番号
			figcp フィギュアタイトル
		txt-fig 内部表現の図	fig フィギュア本体
		ext-fig 外部参照の図	
		note 図表の説明	figfn フィギュア脚注
			fngr 脚注群
footnote 脚注	footnote 脚注要素	footnote 脚注	fn 脚注
no 番号	footnote.no 脚注番号		no 番号
p 段落	p 段落 (インラインオブジェクト用)	p 段落	p パラグラフ
note 備考	note 備考		
no 番号	note.no 備考番号		
p 段落	p 段落 (インラインオブジェクト用)		

科学技術情報流通技術基準

電子投稿規定作成のためのガイドライン 解説

本解説の趣旨とガイドラインの趣旨

この解説は、SIST「電子投稿規定作成のためのガイドライン」(以下、ガイドラインという)の理解を助けることを目的とし、その背景にある考え方や、補足説明を書いたものであって、ガイドライン自体ではない。

現在、学術雑誌出版はアメリカを中心に情報伝達手段の多様化、ボーダーレス化が進んでいる。これは大きな転換期と言えよう。我が国はこの状況に遅れを取り、転換期の困難の中にあるが、これを乗り切る一方策が多様な情報伝達手段(印刷物、CD-ROM、WWW(World Wide Web)など)に対応できる電子投稿である。この観点で本ガイドラインは作成された。

最近、学術雑誌は印刷物だけでなく、WWWやCD-ROMなど多様な情報伝達手段を使って出版されるようになってきた。特にWWWは世界中に配信できる長所を持っており、印刷物を国際郵便で送る従来の方式に比べ、サーキュレーションを高める効果は計り知れないものがある。これは、日本の学協会や出版社がWWWで受信すれば、日本人の投稿者が欧米の学術雑誌でなく、日本の学術雑誌に投稿しても世界中から読んでもらえることを示している。そのため、日本の学協会にとっては逆に、むしろ良い機会と言えるが、対応はそう容易ではない。たとえば、WWWに載せるためのフォーマットの変化は著しい。WWW専用の記述書式:HTML(HyperText Markup Language)は、そのレイアウト機能を高めるため、書式が次々に改定されてきた。また、HTMLのレイアウト機能では印刷物のようなレイアウトはできないが、PDF(Portable Document Format)ならば印刷物同様のレイアウトが可能として、PDFをWWWに載せた学術雑誌もある。また、CD-ROM版の場合もいろいろなソフトウェアがあり、それぞれにフォーマットが異なる。以前には広く使われていたソフトウェアも、次々開発される新しいソフトウェアにその地位を奪われている。この状況の中で、アメリカではWWWでHTMLとPDFの両方を提供し、印刷物も刊行している場合も少なくない。

このような情報伝達手段の多様化に効率的に対応する方法が求められている。それが、多様な情報伝達手段(印刷物、CD-ROM、WWWなど)に対応できる電子原稿による投稿であり、ガイドラインで採り上げた方法そのものである。従来の電子投稿は、特定の出版に対応したもの、たとえば、特定の印刷ソフトウェアのための電子投稿、WWWのHTMLによる電子投稿など、であった。これでは、情報伝達手段の多様化に対応することは困難である。

以下、ガイドラインの項目ごとに解説することとしたい。

1. 適用範囲

従来、投稿規定は学協会や出版社が各自の主体性に基づいて決めてきた。電子投稿を採用すると、投稿規定に電子投稿に関する規定が組み合わされることになるが、その場合でも規定は学協会や出版社が決めるのが妥当であろう。従って、本ガイドラインは電子投稿規定を作成する際の指針を与えるものと位置づけられた。

多様な情報伝達手段(印刷物、CD-ROM、WWWなど)に対応できる電子原稿による投稿が、本ガイドラインの意義である。その重要性については前に述べたとおりである。また、ガイドラインで対象とする電子投稿は、後述の電子出版の流れに示すように、著者、学協会や出版社、印刷会社など電子出版の各工程に関わっており、それらを総合的に観て書かれている。その点で、規定を作成する際の参考になろう。

2. 用語の意味

用語のうち、通常と多少異なる意味に使うものについて述べた。

(1) 電子原稿 (electronic manuscript)

「電子原稿の表現形式（レイアウトや内部形式）は、最終成果物（印刷物、CD-ROM、WWWなど）のそれとは通常異なるものとなる」については、両者の違いを例示した「参考1．電子原稿の作成例とその印刷見本」を参照されたい。

(2) 電子投稿 (electronic contribution)

「多様な情報伝達手段（印刷物、WWW、CD-ROMなど）に対応できること」を再度述べているのは、ガイドラインにおけるその重要性のためである。

(3) 電子出版 (electronic publishing)

電子出版という用語は出版物を作る段階のみをいう場合もあるが、ガイドラインでは「電子原稿を元として学協会や出版社などの外部に多様な電子出版物として公にするまでの一連の流れをいう」とした。印刷物でないものも含まれるため、「公にする」と表現した。但し書きにあるように、成果物の配布手段としてはWWWのようにネットワークを使用する場合のみを示し、印刷物など電子的でない方式で行われる場合については述べていない。

(4) 電子出版物 (electronic publication)

印刷物以外もあるため、「外部に公開される多様な最終成果物」とした。

3.1 電子投稿の意義

従来行われてきたものとは異なる電子投稿を説くため、その意義を挙げた。また、学協会や出版社が電子投稿を導入する場合、その意義を内部の関係者だけでなく、著者や印刷会社など外部の関係者にも説いて理解を得る必要がある。電子投稿は原稿の作り方を変えることになるから、著者の負担は増える。そのため、著者には意義を示す必要がある。ガイドラインに挙げた意義はその時にも役に立つであろう。もちろん、どの意義を示すかは学協会や出版社が自主的に決める事項である。

3.2 電子出版の流れ

(1) 電子ファイルフォーマット

電子投稿は電子原稿の作成のみでなく、電子出版の各工程に影響する。そのため、電子出版全体の流れを説明し、その中における電子投稿、特に電子ファイルのフォーマットの位置づけを示す。

まず、当ガイドラインでは、電子出版は「SGML/XMLを利用した方式」で行うことを想定している。（図3参照）この方式は「文書を構成するデータ項目を明示して処理を行う」こと、また、それによって、「多様な電子出版物を効率的に作る」ことが特徴である。図3（前出）に示したHTMLやPDFも、SGML/XMLからの出力により作成することができる。PDFやHTMLは文書を構成するデータ項目を保有しないので、一旦それらの形式に出力したものをSGML/XMLに自動的に戻すことは困難であり、他の形式に変換するのも容易でない。すなわち、どちらもインターネット公開・検索性のHTML、ならびにインターネット用の印刷物であるPDFとして、SGML/XMLからの最終成果物として取り扱うべきである。

さて、PDFファイルは受け手側のプラットフォームを限定しない汎用性や、印刷物ほぼそのままのイメージが得られる点とファイルサイズが軽い点から急速に普及し、電子頒布用書類の事実上の基準（デファクト・スタンダード）に近年なりつつある。しかし、PDFファイルはAdobe社が提唱するファイル形式の一つに過ぎず、昨今も衰えない電子処理技術の向上を鑑みるに、長期にわたる保存法・公開法として安易に利用することは慎重にしたい。さらに電子出版物と印刷物の住み分けも見られ始めた現在でも、印刷物と同イメージが得られるPDFの公開が印刷物の流通と競合する可能性があることに留意すべきである。

6. 電子出版物

ガイドラインで述べた方式によって作られる最終成果物の特長と新しい可能性を述べ、この方式の意義を最終成果物である電子出版物の観点から再び強調した。電子投稿の意義と併せて読んでいただければ幸いである。

7. 電子投稿規定に記載すべき内容

これまで述べてきたことを基に、電子投稿規定に盛り込むべき事項としてまとめた。具体的な内容については、該当する部分を参照されたい。

(3) 著作権

著作権の帰属については、学協会・出版社と著者との間の契約によって決まる。出版済みの論文を別形態の電子出版物として公にする場合の帰属も、たとえば新たな契約によって決めることができる。契約の内容・方法は学協会・出版社の方針による。

(4) 原著論文の定義

最近、論文投稿前に著者自身がWWW上の「ホームページ」などを用いて論文を発表する動きがある。これを既発表と見なせば投稿論文は原著論文とは認められないことになる。既発表と見なすか否かは現時点では学協会・出版社によって対応が異なっている。また、学問分野ごとの慣例によっても対応は異なる可能性がある。従って、学協会・出版社は原著論文の定義にこの点を含める必要がある。

なお、WWW上の個人のページの場合、その内容の発表年月日が正しいか否かを証明することは難しい。そのため、WWW上の発表が投稿以前か以降かについて著者と学協会・出版社の見解が分かれる可能性もある。学協会・出版社だけでなく、著者もWWW上の発表について注意する必要がある。

8. その他の留意事項

これまで述べてきた事項に含まれない点をその他の留意事項として述べた。なお、(1)で述べた電子情報に関する公知証明について、以下に補足解説する。

(1) 電子情報に対する公知証明

現時点において、公知証明は特許出願への対応が多いと考えられる。たとえば現行の特許出願における発表証明の内容例を下記に示す。

「研究集会において文書をもって発表する場合」

研究集会名、主催者名、開催日、開催場所、文書の種類、発表者名、

文書に表現されている発明の内容（発表題名）。

「刊行物に発表する場合」

刊行物名、発表年月日、発行所、発表者名、発表された発明の内容（発表題名）

研究発表会やポスターセッションなどにおいて電子出版物として発表された場合においても、発表当日、印刷物（プリントアウト）を座長に提示し、証明を受けることにより、紙での出版と同一の扱いが可能ではないかと考えられる。

一方インターネット論文集のように、ネットワークを通じた出版形式を採用した場合には、学協会において発行日より以降に証明を行った場合、公知証明としての証拠能力の有効性に課題があると考えられる。このことが電子出版物のみで論文誌を提供する場合の制度的な妨げとなるが、法的整備、あるいは裁判での判例が出るまでは、下記の点に注意を払う必要がある。

- ・特許法第 30 条に指定されている学協会は、電子出版物で発表された内容を特許公知する場合の規定（例：出版当日に印刷物（プリントアウト）により公知証明を受けるなど）
- ・電子情報媒体物（ビデオ、ミニディスク、CD-ROM など）で研究発表された内容を証明する場合の規定
- ・電子媒体のみで出版する場合の保存規定

以上を具体的に明示しておくことが望ましい。

また、最低限の部数を紙で印刷し、これを国会図書館へ納本しておくことも一つ的手段として検討する必要がある。

なお、著者自身が WWW 上の「ホームページ」などで投稿前の論文を発表した場合は、その公知証明は困難であることを付言しておくことが望ましい。

参考 1. 電子原稿の作成例とその印刷見本

最終成果物の一つである印刷物と、各方式による電子原稿とを対照して示した。その説明は本解説の対応する部分で述べたとおりである。

参考 2. 「SGML/XML を利用した方式」の電子出版機能を持つシステムの例

公的機関が開発し、公開しているものの例を挙げ、簡単に紹介した。

参考 3. データ項目

ガイドラインで検討した 4 つの DTD についてデータ項目を比較対照した表。その趣旨は本解説の対応する部分で述べたとおりである。

用語解説

ガイドラインの中で使われた用語について簡単に解説したもの。

解説のおわりに

繰り返しになるが、電子投稿は我が国の学術雑誌が遭遇している困難を打開する有力な方策である。著者の負担は少なくないが、著者の理解は次第に得られるようになってきた。電子投稿を採用するか否かは今や各学協会や出版社の決断に掛っている。本解説がガイドラインとともに我が国における電子投稿の普及に資することを心から願う次第である。

用語解説

(1) anonymous-FTP

インターネット上で、不特定のユーザに、ソフトウェアやデータやドキュメントを配布するための仕組み。

(2) DTD (Document Type Definition)

文書型定義文書。文書構造を定義したもの。章、節、項といった文書の階層構造だけでなく、本文から図・表・文献・注などへの参照関係も定義できる。文書を交換あるいは共有したいグループの中での共通文書の構造を規定するときに DTD が用いられる。 →(10)SGML/XML をも見よ。

(3) FTP (File Transfer Protocol)

TCP/IPを使ったファイル転送プロトコル。ユーザがアクセス権を持った2つのコンピュータの間で、ファイル転送をするときに使う。異なったコンピュータの間でテキストファイルを転送しても、そのまま文書として読めるように、テキストファイルの文字コードを変換する機能も持っている。画像ファイルも送れる。

(4) GIF (Graphics Interchange Format)

標準的な画像データの圧縮形式の一つ。256色の表示が可能である。

(5) JPEG (Joint Photographic Experts Group)

静止画像データ圧縮アルゴリズムの国際規格。最高100分の1まで圧縮でき、実用上10分の1から30分の1までの圧縮率が使われる。

(6) LaTeX

Leslie Lamport氏が開発したTeXのマクロパッケージ。TeXにスタイル機能が付加されている。

(7) MPEG (Moving Pictures Experts Group)

動画のデータ圧縮の国際規格。

(8) PDF (Portable Document Format)

Acrobatで表示・印刷できるファイルの形式。画像データを1/2～1/100に圧縮し、文字のフォントや大きさ、レイアウトなどもそのままファイル化できる。

(9) PostScript

文字と図形を表示するページ記述言語。インタープリタ形式の言語で、使用する出力機の解像度に依存しない記述が可能である。文字と図形を組み合わせた高度な表現が可能である。印刷物の出力など、特に高い解像度を要求する印刷処理で一般に利用される。

(10) SGML/XML (Standard Generalized Markup Language/eXtensible Markup Language)

SGMLは文書の構造を記述することに重点が置かれたマークアップ(タグ付け)言語。文書の構造をDTDで規定し、そのDTDに従って文書をタグ付きテキストデータで記述する。構造だけでなく、文字の書体やフォント、文書のレイアウト、索引などを記述することも可能である。また、文書のみならず、様々な情報の構造を記述でき、これにより文書の処理や管理、コンピュータ間でのデータ交換が容易に行える。 →(2) DTD をも見よ。

最近インターネット対応のSGMLというべきXMLが注目されている。XMLは基本的にSGMLであるが、次に述べる特徴がある。XMLはSGMLが持つ多くの機能のうち現時点では不要になったオプション機能を除いたサブセットであり、機能が限定された分、アプリケーション・プログラムが作り易くなっている。またXMLはSGMLと同じくDTDが規定できるから、文書構造記述能力、データ項目定義能力の点ではSGMLと同等であり、その点、DTDを自分で規定できない、すなわち、データ項目を自分で定義できないHTMLとは異なっている。SGMLに基づいて作られた文書データベース(以下、SGML文書DB)は、プログラムでHTMLに変換しないとWWWでは見られないが、

XML 文書DBは表示用ツールをWWWに組み込むことによってプログラム無しで表示できる。表示用ツールとして、現在までにCSS (Cascading Style Sheet) やXSL (XML Style sheet Language) などが開発されている。またSGML 文書DBは、そのまま、あるいは簡単な変換プログラムでXMLに基づいた文書DBとなる。これらの理由で、今後、SGMLと同等あるいはそれ以上にXMLが使われるだろうと期待されている。

(11) TCP/IP

インターネット上で使用されるパケット通信をベースとするネットワークプロトコル。

(12) TeX

Donald E. Knuthによって開発された文書組版システム。最終出力したい言葉とそれをどのように表したいかの指示と一緒にテキストファイルとして記述する、いわゆるマークアップ方式の組版システム。

(13) TIFF (Tagged Image File Format)

画像ファイルの記録に使用されるフォーマット。各データにファイル形式を示すタグが記述されている。このタグによってモノクロ/カラーなど多種多様な画像データに対応できる。

(14) WWW (World Wide Web)

ネットワーク上に散在する様々な情報を、誰もがアクセスできる情報として公開するためのメカニズム。インターネット上に点在する情報を、ハイパーテキスト方式で関連づけ、参照先を次々と切り換えて、必要な情報にアクセスできる。ドキュメントの記述にはHTMLを使用する。文字、静止画、動画、音声などあらゆるデータを提供することができる。

(15) XML (eXtensible Markup Language) →(10)SGML/XML 参照

(16) zip

ファイルの圧縮形式の一つで、米国では最も一般的なものである。

(17) インターネット (Internet)

TCP/IPによって、コンピュータを相互接続した世界最大の通信ネットワーク。電子メール、ネットニュース、FTP、Telnetなどを利用することができる。

(18) スタイル機能 (style function)

論文名、著者名、所属、抄録、章節のタイトルなどの項目に応じた表示スタイル (センタリング、字の大きさ、太字など) を持たせうる機能。

(19) スタイルファイル (style file)

ワープロソフトやDTPソフトウェアで、一行の文字数や1ページの行数、さらにはマージンや段組み、見出しや本文など項目ごとのフォント設定などのスタイル (書式) データを設定したファイルのこと。

(20) データ圧縮 (data compression)

ディスクスペースを節約し、またはデータの転送時間を短縮するなどの目的で、情報を失わずにデータ量を減らす技術。圧縮されたファイルのデータの復元は解凍と呼ばれる。解凍したときに完全に元に戻るかどうかで、可逆圧縮、非可逆圧縮があり、プログラムやデータベースなどは前者を、画像や映像などでは後者が用いられる。

(21) 電子メール (electronic mail)

コンピュータネットワークで、一対一または一対多で特定の相手とファイルをやり取りすること。指定したIDをもっている人間にのみ送れるため、私信のように利用できる。

(22) 特殊文字 (special character)

標準的な文字セットに加え、ユーザが独自に作成し、登録して使用する文字パターンのこと。

(23) ビットマップ

文字や画像を黒と白など2色のドット集合を使って表現すること。

(24) 論文識別子

電子出版物の場合、各論文の一義的な識別子は印刷版とは異なった形を持つ必要があり、海外の出版界では以下のような識別子が提案されている。

◎ PII (Publisher Item Identifier) <<http://pubs.acs.org/journals/pubiden.html>>

欧米の学会・出版社により1995年に合意された識別子で、冊子体論文、電子論文をあわせて同定する。各出版社が雑誌毎、暦年毎に連番を付与する。PIIでは論文を巻号ページではなく、年ごとの番号を用いて識別するため、印刷版の掲載ページが確定する前に付与できる点が長所である。たとえば、ISSNが0165-3806の出版物の1996年の403番目の論文を以下のように表記する。

S0165-3806 (96) 00403-8

最後の8はこの場合のチェック文字である。なお、PIIは印刷版の論文のタイトルページの欄外に印字されるようになったため、印刷版の利用者であっても知ることができる。

◎ SICI (Serial Item and Contribution Identifier)

米国NISO規格のZ39.56であり、当初は巻、号、ページを用いて記述した。例えばISSNが0165-3806の出版物の120巻5号32ページの論文を以下のように表記する。

0165-3806 (19960315) 120:5<32:IAA>2.0.TX;2-0

その後、1996年に第2版が制定され、PIIの形式でもよいとするなど、記述法については様々なオプションが可能となった。

◎ DOI (Digital Object Identifier) <<http://www.doi.org/ml>>

1997年に公開された識別子であり、IDF (International Digital Object Identifier Foundation) が普及を推進している。また、DOIの技術サポートはCNRI (The Corporation for National Research Initiatives) が担当している。論文に限らない多種多様なデジタル・コンテンツの識別をも意図しているが、論文についてはPIIやSICIを包含する体系であり、上記の表記例の場合、DOIでは以下のように表記する。

PII使用では、10.1002/S0165-3806 (96) 00403-8

SICI使用では、10.1002/0165-3806 (19960315) 120:5<32:IAA>2.0.TX;2-0

ここで、10.1002はDOI登録機関の番号である。

科学技術情報 SIST 14-2001
流通技術基準 電子投稿規定作成のためのガイドライン

2002年（平成14年） 3月 第一刷発行

編集 文部科学省研究振興局情報課

〒100-8966 東京都千代田区霞が関1-3-2
電話 (03) 5253-4111 (代表)

発行 科学技術振興機構

〒102-8666 東京都千代田区四番町五番地三
電話 (03) 5214-8406

SIST

**Standards for Information of
Science & Technology**

Guidelines for Electronic Contribution Rules

SIST 14 -2001

Established 2001-07-12

Investigated by
Committee on Standards for Information of
Science & Technology
in Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology

Published by
Japan Science and Technology Agency

5-3, Yonbancho,
Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

Printed in Japan