

# 論文を書こう

－ エンジニアのための論文の書き方 －

---

研究会キックオフ資料  
派生開発推進協議会

2010年8月21日(土)

運営委員 **古畑慶次**

URL = [www.xddp.jp](http://www.xddp.jp)

# アジェンダ

---

## 1. 論文とは？

- (1) 論文を書く目的
- (2) 論文の評価
- (3) 論文のタイプ

## 2. 論文の構成

- (1) タイトル・概要 (Abstract)
- (2) はじめに
- (3) 本文
- (4) まとめ・参考文献・付録

## 3. 論文の基本

## 4. 作成のポイント

## 5. 困った時は・・・

## 6. 技術者として

## 7. まとめ

\* ソフトウェアの論文誌

\* 参考文献

---

# 論文を書く目的 ～なぜ論文を書くか～

- 課題解決方法のまとめ
  - 技術の蓄積ができる（個人、組織）
  - 解決方法の再利用、展開、改善が容易になる
  - 技術開発力の優位性のPRになる
- 技術のベンチマーク
  - 論文作成をすることで技術の評価ができる
  - 新たな課題、論点、抜けなどが見えてくる（→ 次のステップへ）
  - 論文は、“技術開発戦略” そのものである

課題を解決するために論文形式を活用する

# 論文の評価 ～ 何が問われるか ～

- 査読時の評価

- 新規性

- ・ 新しい試みを含むか / 他に同様のものがなく**オリジナル**か

- 有用性

- ・ 実際に**役に立つ**か / 学術、技術、産業上の発展に寄与しうるか

- 基本事項

- 正当性

- ・ 明白な誤りや客観的に認められない記述がないか

- 信頼性

- ・ 再現性があり、内容に誤り、曖昧さがないか

- 読みやすさ

- ・ 記述や構成が読みやすく理解しやすいか

(電気学会、システム制御情報学会より)

# 論文のタイプ ～ 実践論文を目指す ～

- 論文には次の3つのタイプがある
  - 文献論文（文献研究）
    - 先行研究を整理し、新たな論点・主張を提示したもの
  - 実証論文（実証研究）
    - 先行研究や経験上の仮説・疑問を基にデータを収集し、検証・調査するもの
  - 実践論文（実践研究）**
    - ある理論・仮説・問題意識に基づいた**方法を提案し、実証結果**に基づいて提案した方法を**分析、考察**するもの
- 目指すは“**実践論文**”

- 現状分析から、主張の**背景、目的、理由**を明確にする
- 解決方法**を提案する（考え方、具体的な方法）
- 解決方法を実証し、その結果から**結論（考察）**をまとめる

# 論文の構成 (1) ～全体の構成～

1. タイトル
2. 著者・所属
3. 概要 (Abstract)
4. はじめに
5. 本文
  - (1) 現状分析
  - (2) 課題設定
  - (3) 解決策
  - (4) 実証結果
  - (5) 考察
6. まとめ
  - (1) 全体のまとめ
  - (2) 今後の進め方
7. 謝辞
8. 参考文献
9. 付録

# 論文の構成 (2) ～ 本文の構成 ～

## 5. 本文

### (1) 現状分析

- 何が問題か
- これまでのアプローチ

… 「問題」  
… 「**先行研究**」



**現実の問題**と  
**解決状況**を明確にする

### (2) 課題設定

- 何を解決したいのか
- なぜ解決したいのか

… 「**目的**」  
… 「**理由**」



現状の分析から  
**課題を抽出**する

### (3) 解決策

- どのように解決するのか

… 「**方法**」



課題の分析から  
解決策を導く

### (4) 実証結果

- 解決策を実装した結果

… 「**結果**」



結果を**データ**で示す

### (5) 考察

- 結果から得られる結論

… 「**知見**」



実証結果を分析して導く

※考察の後に「関連研究」を入れる場合もある

# タイトル・概要 (Abstract)

## ・ タイトル

- 主張したい**テーマ**が分かるようにする
- 論文の内容に合った**適当な範囲**をカバーする
- 過去の論文や関連する報告と**同じタイトル**ではいけない
- 必要に応じて**副題**をつけて主題を補足する

(例) 無知見プロジェクトに対するXDDPの適用  
–USD M、プロセス定義によるプロセス改善–

## ・ 概要 (Abstract)

- 概要だけで、背景、手法、結果、評価等、**論文全体**が**把握**できる
- 論文の**売り**を明確にする (**新規性** or **有用性**)
- 本文を読みたくなる具体的な**セールスポイント**を書く

(例) 生産性が30%向上 / 不具合発生率が60%低減



# はじめに

- 論文全体の**構成**をわかりやすく説明する
  - 完結した短い読み物（論文の**シナリオ**）
  - 査読者は、ここで読むかどうか決める
- 本文の**導入**として**必要な項目**を書く
  - 論文を書く**背景**や**動機**
  - 目的** : 何を研究目的にしているか具体的に提示し定義する
  - 必要性** : なぜそれが必要なのか説得力ある理由を提示する
  - 先行研究、現状技術**
    - 先行技術、手法を整理し、論文の**位置づけ**を明確にする
- 読者の理解を促進する項目も簡潔に書く
  - 提案する手法、やったこと、評価結果、主張 等

# 本文 ～ 主張を表現する ～

## [現状分析、課題設定、解決策]

- 対象を抽象化し**図**や**式**を用いる
  - 文章だけでは問題を定義できなかつたり、誤解を生じさせる

## [実証結果]

- 実証の**詳細項目**は最低限記述する
  - 提案しているテーマの現実味が増し、理解してもらいやすくなる  
(例) どの程度のシステムで実証したか / 開発言語は何だったのか
- 関心事に直接関連する内容を詳しく書く
  - **関連のない部分**は大幅に**省略**する
- **定量的なデータ**を使って結果を示す  
(例) 実装したシステムの実行データ / 提案した手法の種々の実験データ

## [考察]

- **定性的な議論**を記述する
  - ポジティブな面だけではなく、**ネガティブな面**も書く
    - ・ **公正な立場**で書かれていることが示せ、論文全体の**説得力**が向上する
    - ・ どういう限界があるのか / まだ解決されていない問題は何か

# まとめ・参考文献・付録

## ・ まとめ

- 論文の**主張を強調**するために**成果**や**結び**を書く
  - 本文の主題と外れた議論や主張を書く場合もある
- 今後の**開発の方向性**を示して終わる

## ・ 参考文献

- **重要な論文**が抜けていると、論文のレベルが疑われる
  - 同様な**先行研究**の調査は非常に重要
  - **参考文献の数**が少ないと査読者は懐疑的に見てしまう
  - 査読者の先行論文が載っていない場合も悪印象を与える

## ・ 付録

- 付録はオプションであり、**つけない**のが一般的
  - 本文で書くと、論旨の理解を妨げるような内容を付ける
    - 詳細なデータや手法、証明 等

# 論文の基本 (1) ～ 論理展開 ～

## • “3段論法”

– [現状 → 課題 → 解決] のパターンを使う

– 論点が明確になり、論文の価値が明確になる

(例) [現状]: 要件定義での仕様の抜け、漏れが多い

[課題]: 要求と仕様を定義し、それらを表現する方法を確立する

[解決]: 要求仕様を構造的に表現できるUSDMを採用し効果を調べる

## • ”一貫性“

– 1つの主張を論文中で揺るぎなく提示すること

– 論文の主張のサポートとしてムダな部分をそぎ落とす

• 必要不可欠な部分のみを記述する

## • ”パラレリズム“

– 同じレベルの項目を並列させること

• パラレリズムが、論文全体、でしっかりしていると文章が自然と引き締まる

# 論文の基本 (2) ～ 読者の意識 ～

- “用語” は定義する
  - 予備知識のない読者に書くつもりで丁寧に解説する
  - **新たな用語**を使う時は、その説明の**必要性**を検討する
    - (例) XDDP、無知見プロジェクト、プロセス設計
  - **読者の知識**にあわせて解説する
    - すべての用語を説明する必要はない (論文投稿先により異なる)
- “自己完結性” を考慮する
  - **同業者**が読めば理解できるように書く
  - **論文単独**でテーマが理解できるよう工夫する
    - **先行論文**に基づいた内容の場合も、その概要の説明は必要である
- “構造的” に書く
  - **タイトル・小見出し**を工夫して、読者に論文の内容を予想させる
  - 要旨を整理し、**文章を構造化**する
    - **箇条書き**を利用して、議論のポイントを視覚的に表現してもよい

# 作成のポイント (1) ～ 位置づけと表現 ～

- 解決する手法の**位置づけ**を明確にする
  - 関連研究の文献から**世の中のレベル**を把握する
  - **先行研究**に対し、今回の内容が**どの程度のものか**分析する
  - 先行事例に対して、すべて勝っている必要はない
- 読者が理解できる内容にする
  - 読者が読んで分からないのは**著者の責任**である
  - 用語や概念の使い方には注意を払う
- データ表現に気をつける
  - **顧客**や**機密事項**が推測されないように心がける
  - 製品の**品質**や**費用(コスト)**に関わる値には十分気をつける

# 作成のポイント (2) ～実証と評価～

- ・ 提案する**手法の評価**が重要 … ソフトウェアの論文
  - 論文の対象：アルゴリズム、ツール、システム、手法 等
  - ソフトウェアの定量的な**評価は困難**であることが多い
    - 評価するための手間や時間がかかる
    - 同じような開発を違った環境で繰り返し行う必要がある
    - 絶対的な計測基準が定めにくい
    - 評価結果に影響を与える環境のファクターが多い
- ・ **評価方法を工夫**する
  - 実証実験や適用事例の**結果を分析**して有効性を示す
    - 対比実験がない場合も有効
    - 提案手法による効果であることを示す
  - 小規模な対象を評価し、**実用的な規模まで拡大できる**ことを示す
  - **統計処理**を用いて有意差を議論する
    - 提案する手法を利用した事例と利用しない事例から統計処理する

# 困った時は・・・～よい論文から学ぶ～

- 出来のよい論文の構成に当てはめる = **パターンを真似る**
  - 自分のテーマを整理して、はじめて構成の意味がわかる
- 説得力のある論文の**論理展開**を使ってみる
  - 同じ論理展開ができないか検討する
- よい論文をたくさん読む
  - 視点を変えることで、同じ論文から別のものが手に入る
- 論文執筆の**経験**を積めば、論文の**質は高まる**

失敗を恐れずにチャレンジあるのみ



# 技術者として ~ *Standing on the Shoulders of Giants* ~

*“If I have seen a little further  
it is by standing on the shoulders of Giants.”*

*Isaac Newton*

もし私が他の人たちよりも遠くを見ていたとしたら、  
それは、巨人たちの肩に私が立っていたからだ  
アイザック・ニュートン

先人の偉業に支えられてこそ、その偉業を発展させることができる

論文を書くことは、技術者として当然の行為  
(先人の偉業への敬意)

# まとめ

- ・ 論文作成は、**個人的**にも**組織的**にも多くの**メリット**がある
- ・ 論文の**構成**には、いくつか**パターン**がある
- ・ 読者の立場で考える = 常に**読み手**を意識する
- ・ 課題の**背景**、提案する内容の**位置づけ**を明確にする
- ・ 論文を書くことは、**先人**の偉業へ**敬意**を払うことである

# ソフトウェアの論文誌

## 【和文】

- SEC Journal
- 情報処理学会論文誌
- 電子情報通信学会論文誌D分冊
- コンピュータソフトウェア(ソフトウェア科学会)
- シンポジウム、研究会の論文集
  - SQiP 2010 / SQiP研究会 (日科技連)

## 【英文】

- IEEE Transactions on Software Engineering (TSE)
- ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM)
- Automated Software Engineering

# 参考文献

- ・ [井上2009] 井上克郎：ソフトウェアに関する論文の書き方, SEC Journal No.16, 2009-3
- ・ [田中2005] 田中武夫：研究論文の書き方・まとめ方, 第35回中部地区英語教育学会山梨大会 英語教育研究法セミナー口頭発表資料, 2005-6
- ・ [青山2010] 青山幹雄：国際会議への論文投稿のご案内, 資料
- ・ [足立2010] 足立久美：論文の品質と構成(例), SQiP研究会資料