

AI/LLM時代のソフトウェアエンジニアリング

鷺崎 弘宜

IEEE Computer Society, 2025 President

早稲田大学 研究推進部副部長・教授

人間環境大学 顧問

エクスマーシオン 取締役

<http://www.washi.cs.waseda.ac.jp/>





**IEEE
COMPUTER
SOCIETY**

375,000+
Community Members

157
Countries with Computer
Society Members

1031
Global Chapters

2

For over 75 years, the Computer Society has empowered the people who advance technology by delivering resources and solutions that computing students and professionals need to achieve goals at all stages of their careers.



Goals

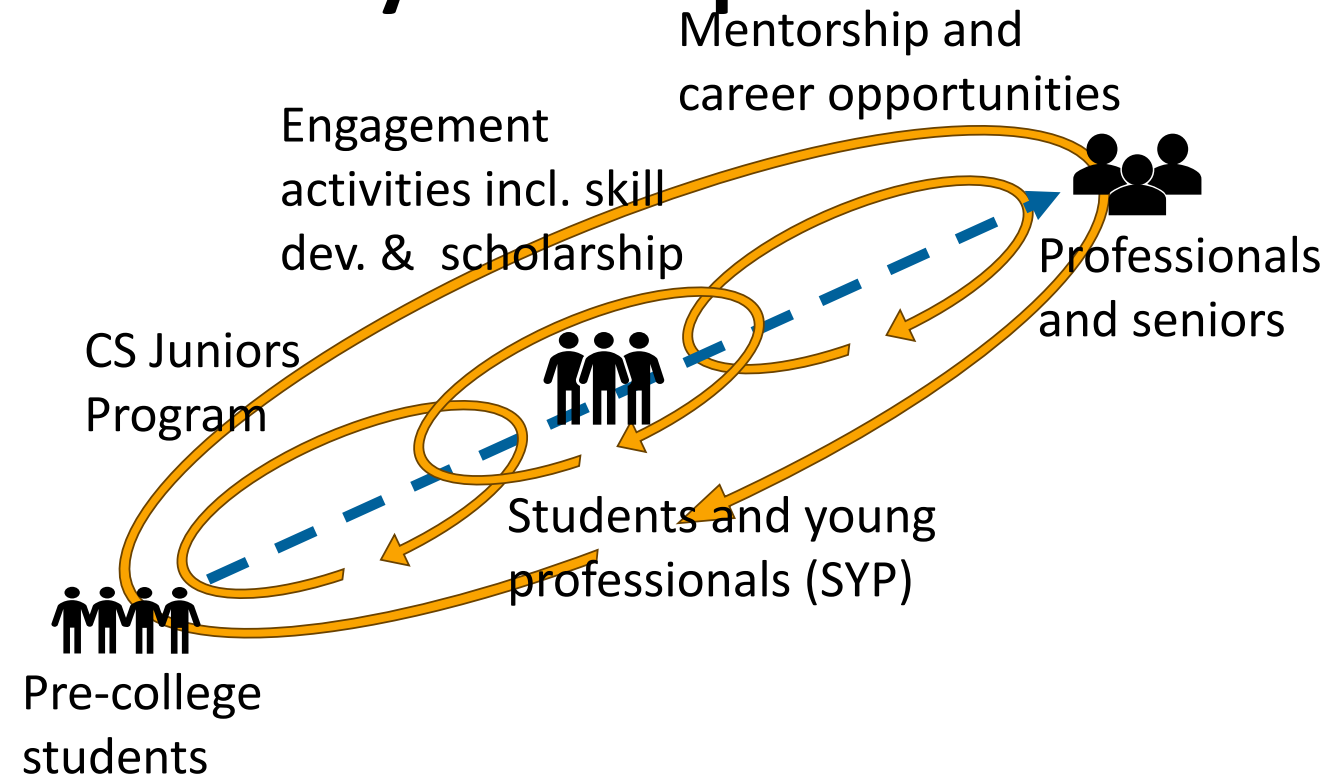
- Engage more students and early career professionals
- Engage more industry individuals and organizations
- Lead the way in new technical areas

Themes

- Empower and diversify volunteer base
- Nimbleness in execution
- Diversity and inclusion

Goal 1. Engage more students and early career professionals³

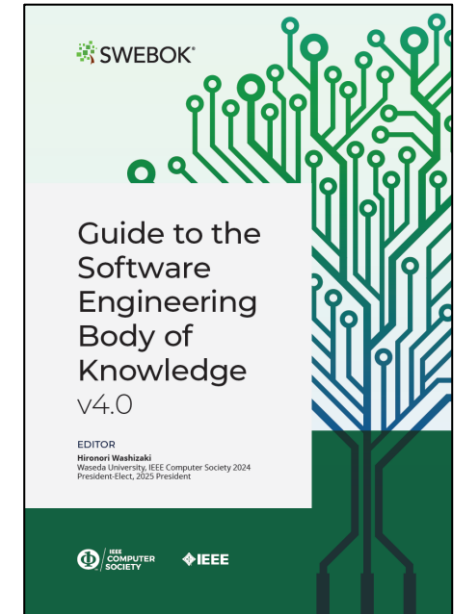
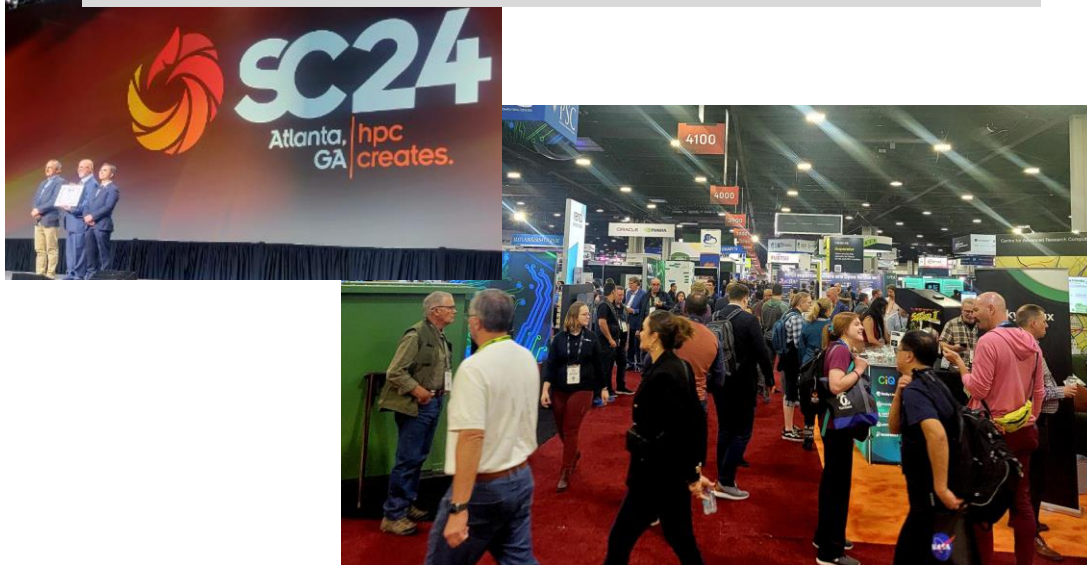
- Student & Young Professional Activities (SYP)
- Mentorship and networking
- Scholarship, awards and competitions
 - **IEEE-CS/IPSJ Young Computer Researcher Award** (thanks to the committee incl. our representative Dr. Yuan Hao-Chang)
- 2024 accomplishments incl.
 - SYP events globally and at conferences
 - **CS Juniors (Sayama program 2024 in cooperation with IPSJ Education Committee)**
 - MGA Early Career Speakers Program with topics relevant to industry
 - Africa initiative
- 2025 additions incl.
 - CS 20 under 20



Goal 2. Engage more industry individuals and organizations⁴

- Technical committees and local chapters
- Magazines, journals, standards and ethics
- Technical conferences and events
- Mentorship, sponsorship
- Body of knowledge and frameworks: SWEBOK, SWECOM, EITBOK
- Education, career development
- 2024 accomplishments incl.
 - Sustain Tech, RAS Summits
 - SWEBOK Guide V4 release and Webinars
 - Corporate/industry showcase at Quantum Week
 - Monthly Standards Webinars
 - MGA TechX events for students/ECP/industry
- 2025 additions incl.
 - **Certification programs revamp [new!]**
 - **SWEBOK Summit [new!]**
 - **Career Catalyst [new!]**

SC 2024, Nov 2024 (around 18,000 attendees)



Goal 3. Lead the way in new technical areas

5

- Technology predictions (led by Dejan's team)
- Technical committees and local chapters (for professionals and students)
- Magazines and journals
- Standards and ethics
- Technical conferences and events
 - **COMPSAC (led by IEEE-CS and IPSJ experts)**
- Cross-society collaboration
 - SPPECCOM IEEE SustainTech Leadership Forum
 - IEEE Future Directions
 - Sister societies: ACM, CCF, GI, IPSJ, SCS, KIISE
- 2024 accomplishments incl.
 - 5 Emerging Tech Programs awarded in 2024
 - Involved in Leadership of AI Coalition
- 2025 additions incl.
 - **Enterprise GenAI Innovation Summit [new!]**



COMPSAC 2025 Toronto



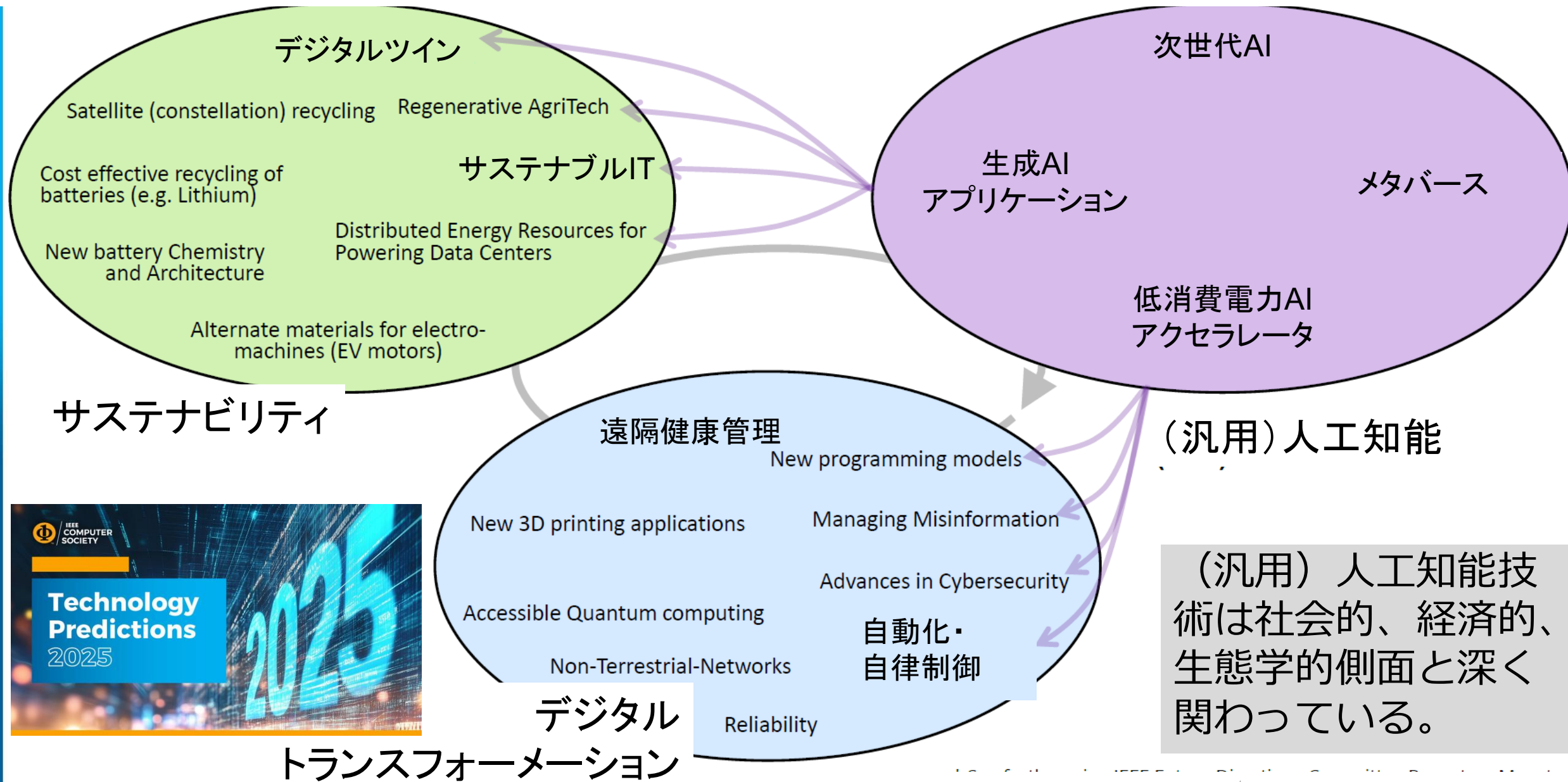
Meeting with presidents of sister societies IPSJ, CCF



Board of Governors Meeting Tokyo with IPSJ



IEEE Future Direction & IEEE-CS Technology Predictionsにおけるメガトレンド 6



(汎用) 人工知能技術は社会的、経済的、生態学的側面と深く関わっている。

SWEBOK GUIDEの改訂に見るソフトウェアエンジニアリングの発展

Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK) 8

<https://www.computer.org/education/bodies-of-knowledge/software-engineering>

IEEE Software Professional Certifications

Learning courses

SWEBOK Guide V4
(Editor: Hironori Washizaki)

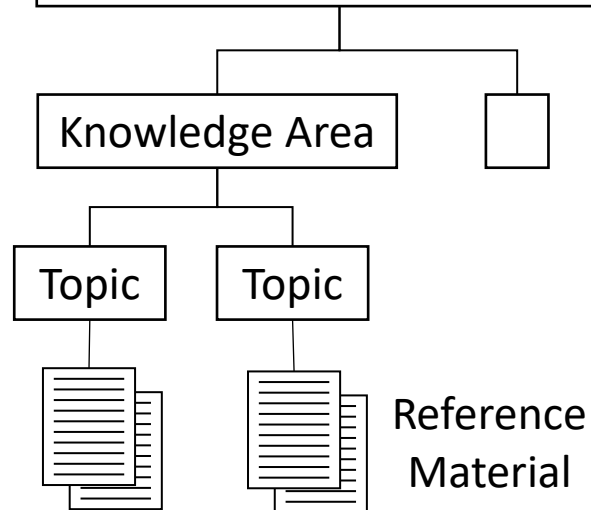


Body of Knowledge

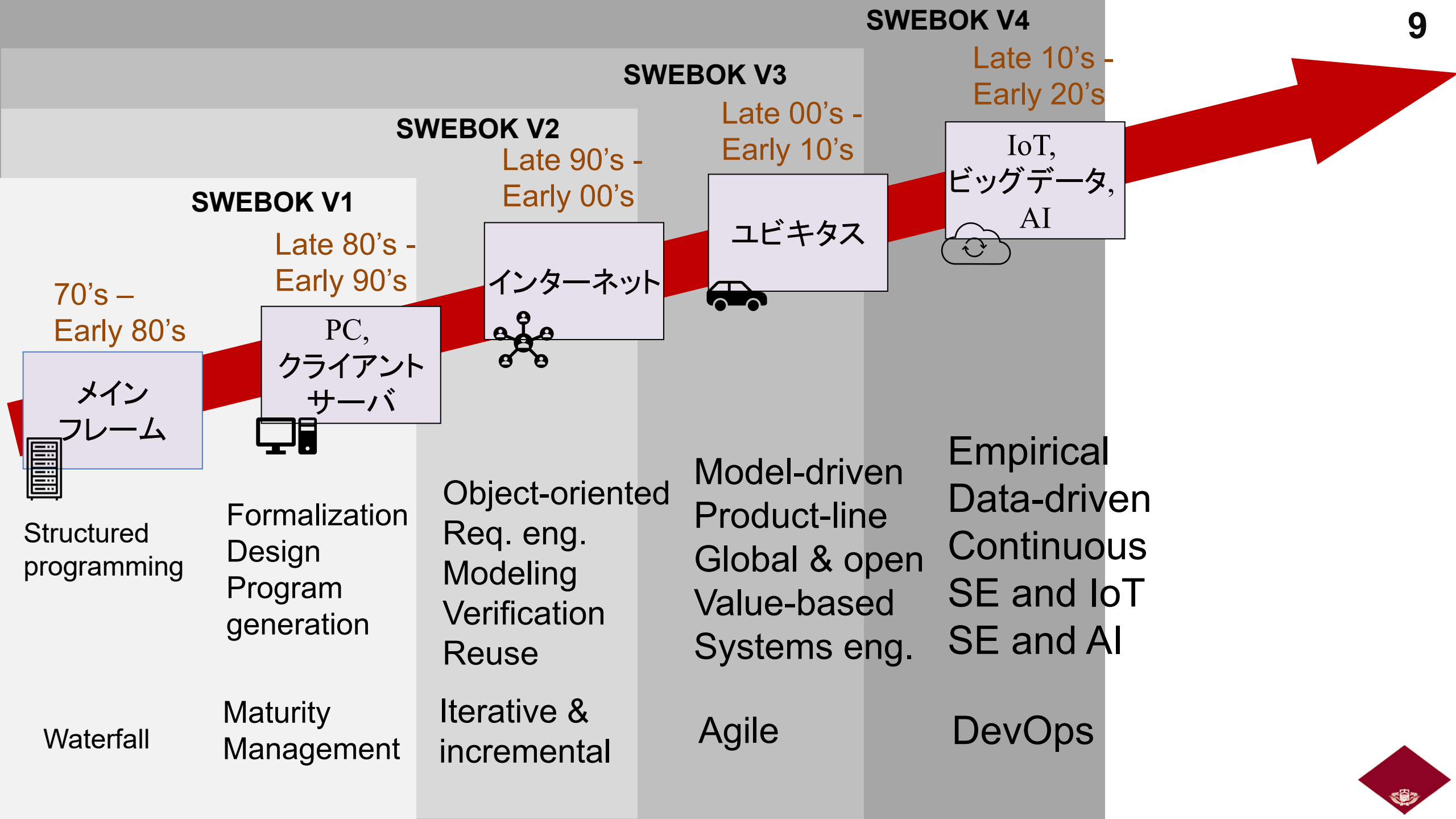
Skills

Competencies

Jobs / Roles

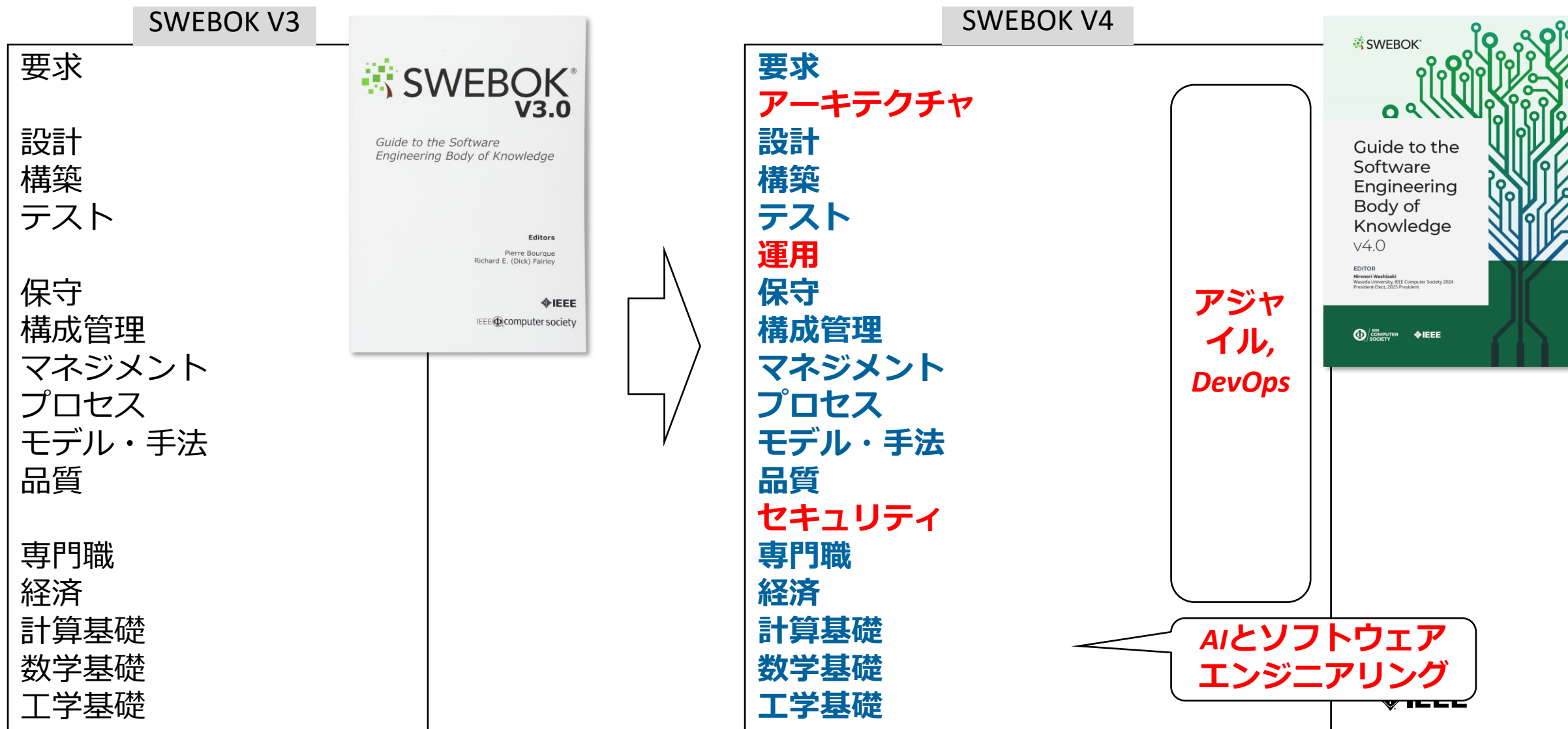


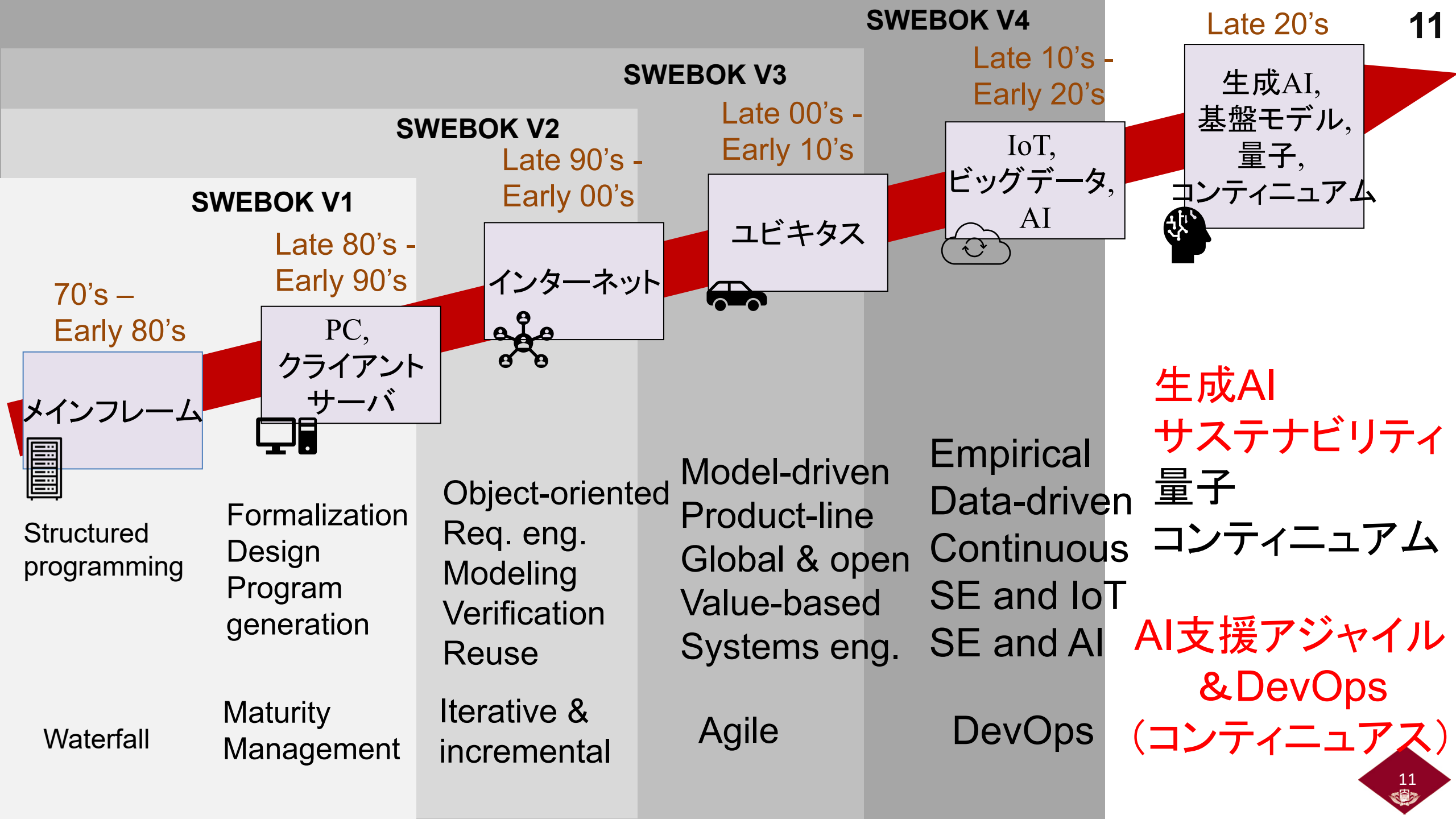
- ソフトウェアエンジニアリングにおける「一般に認められた知識」を特定し、共通認識を持つよう研究者と実務家を導く。
- 資格や教育カリキュラムの基礎
- ISO/IEC Technical Report, ISO/IEC 24773 Part 4 (ほか採用)
- '01 v1、'04 v2、'05 ISO採用、'14 v3、'24 v4



SWEBOK Guide V3からV4への進化

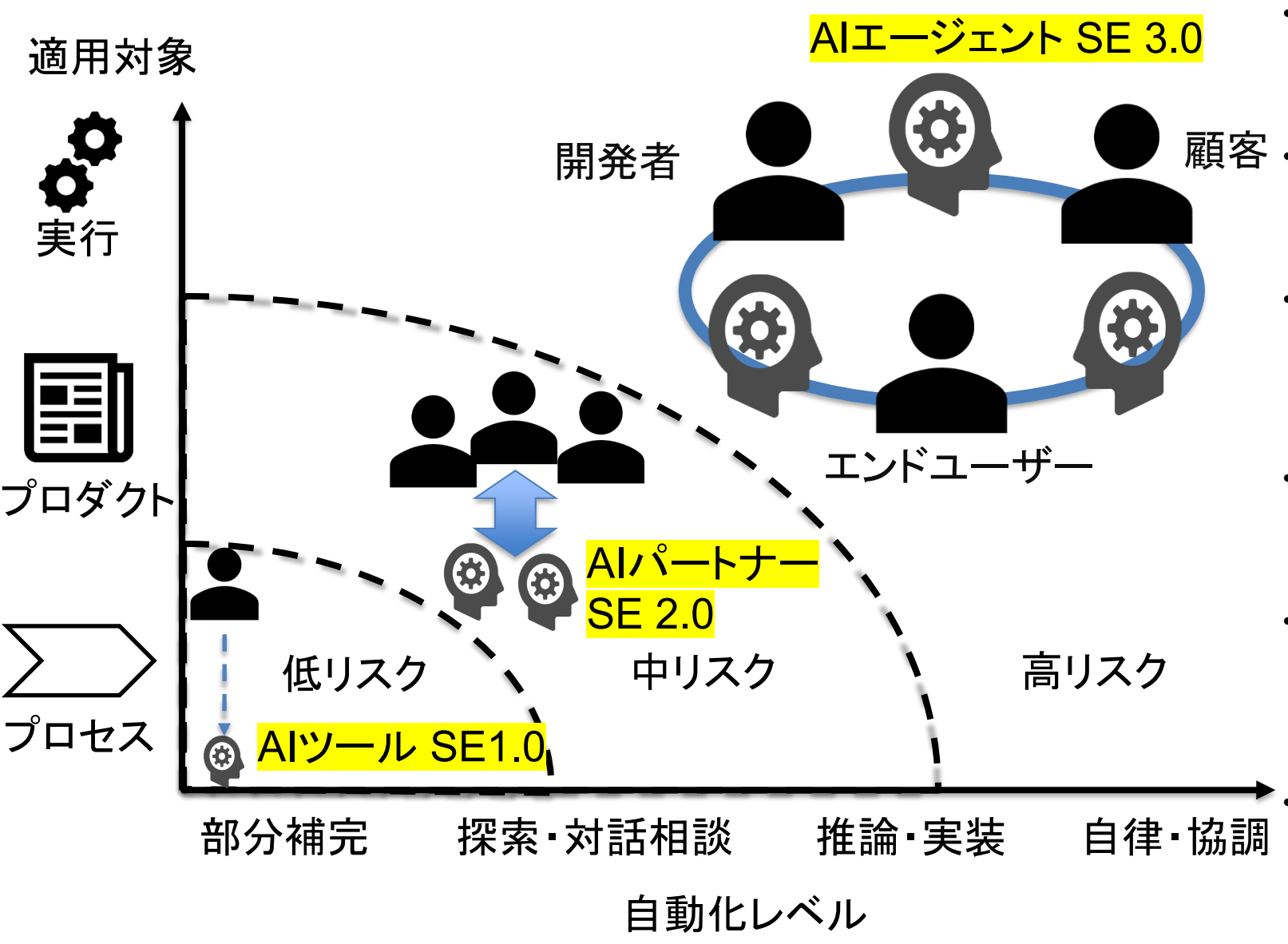
- 現代的なソフトウェアエンジニアリング、プラクティスの変化や更新、知識体系の成長・新領域





AIによるソフトウェアエンジニアリングの進展 (AI FOR SE)



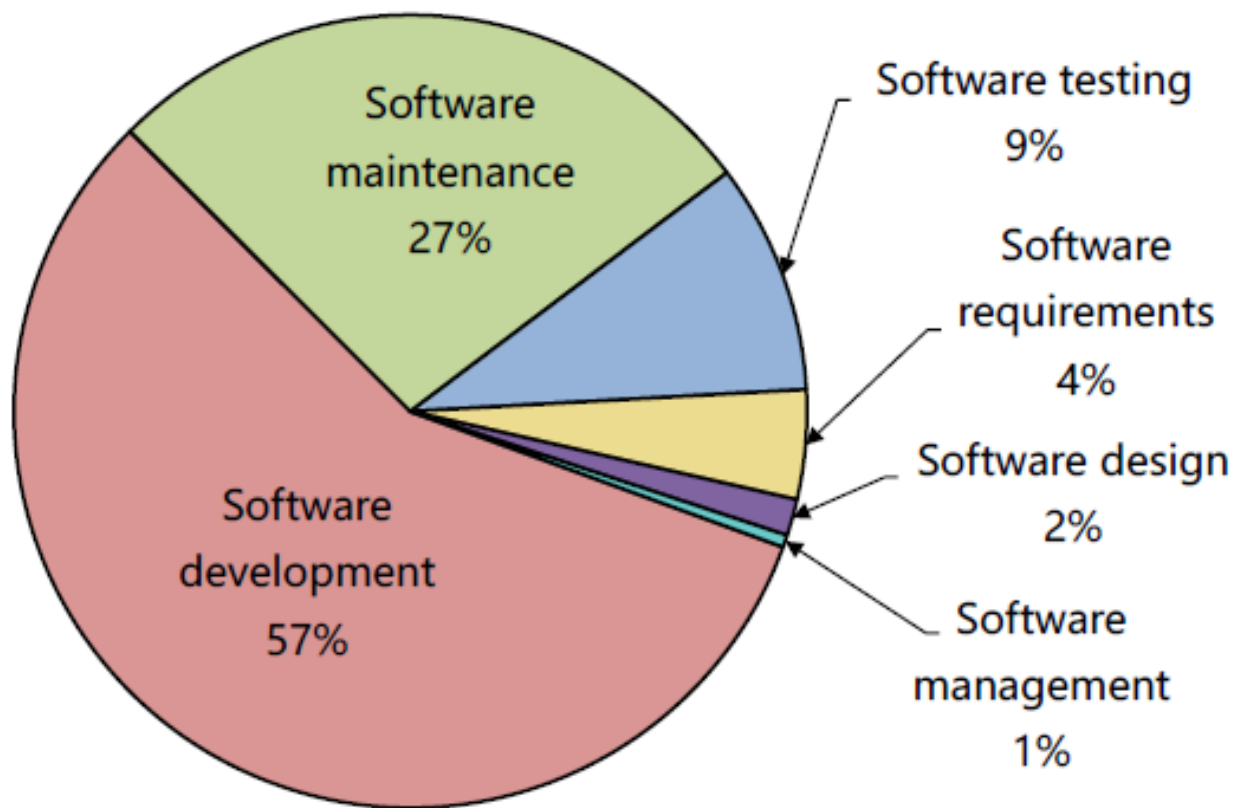


- “Landscape and Taxonomy of Prompt Engineering Patterns in Software Engineering,” IEEE IT Professional, 27, 2025
- “Landscape and Taxonomy of Online Parser-Supported Log Anomaly Detection Methods,” IEEE Access, 12, 2024
- “Identifying Relationships between Attack Patterns using Large Language Models,” IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, E108(3), 2025
- “Automated labeling of entities in CVE vulnerability descriptions with natural language processing,” IEICE Transactions on Information and Systems, E107(5), 2024
- “An Overview on Large Language Models” and “Generative AI for Software Development” in “Generative AI for Effective Software Development,” Springer 2024
- “バグレポート重複検出のための機械学習モデルをファインチューニングする際のロス計算手法及び入力形式の比較評価”, 情報処理学会論文誌, 65(4), 2024

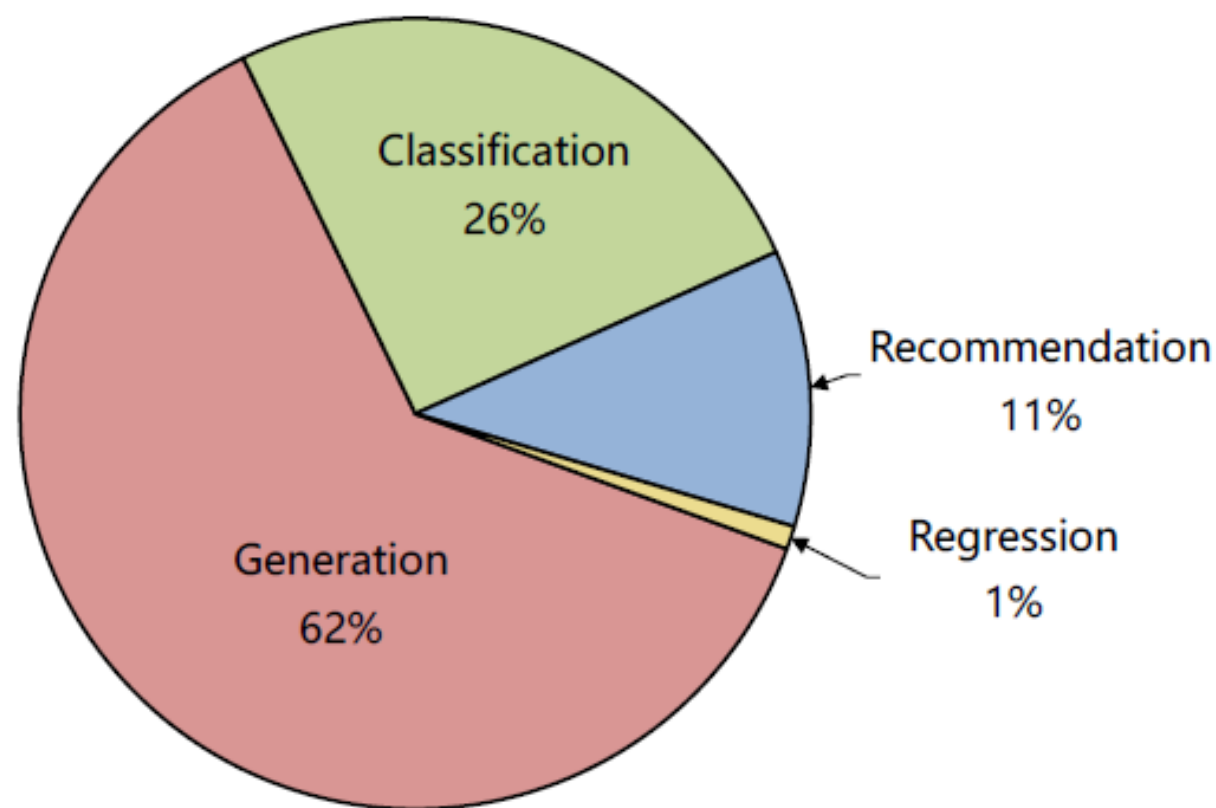


AI for SE* LLMによるソフトウェアエンジニアリングタスク [Hou+24]¹⁴

- 115編の文献調査、55のSEタスクを要約
- 頻出:コード生成、プログラム修正
- 僅か: マネジメント、設計、要求
- 問題・目的は生成が主、他には分類、推薦

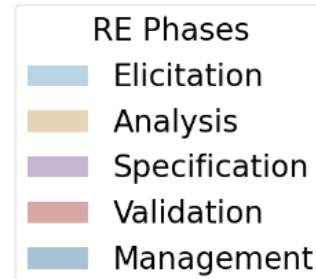
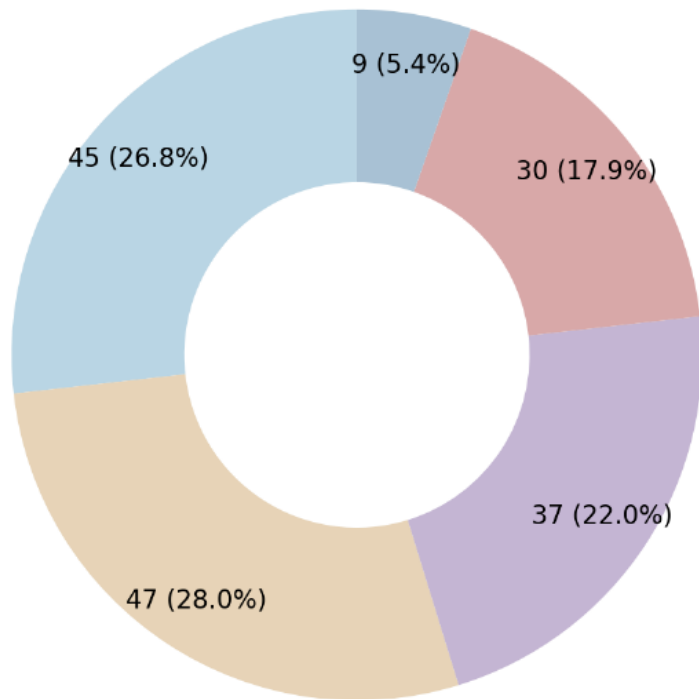


LLMを活用したSEタスクの分類

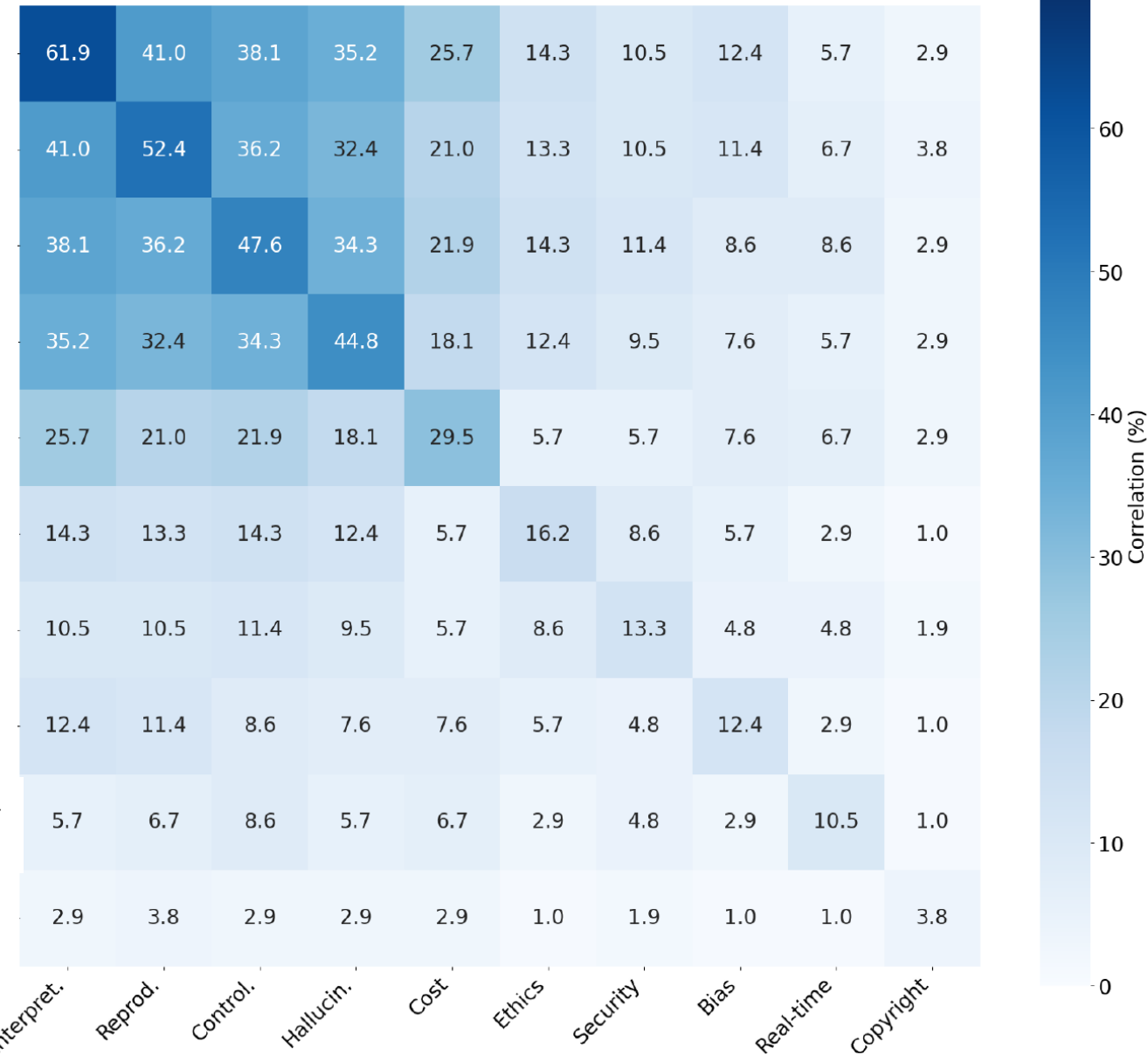


LLM活用SEタスクにおける問題の扱い

- 要求抽出から分析、仕様化、検証まで幅広く。マネジメントは少数。
- 解釈・説明、再現性、制御性、ハルシネーションの扱いが最重要課題



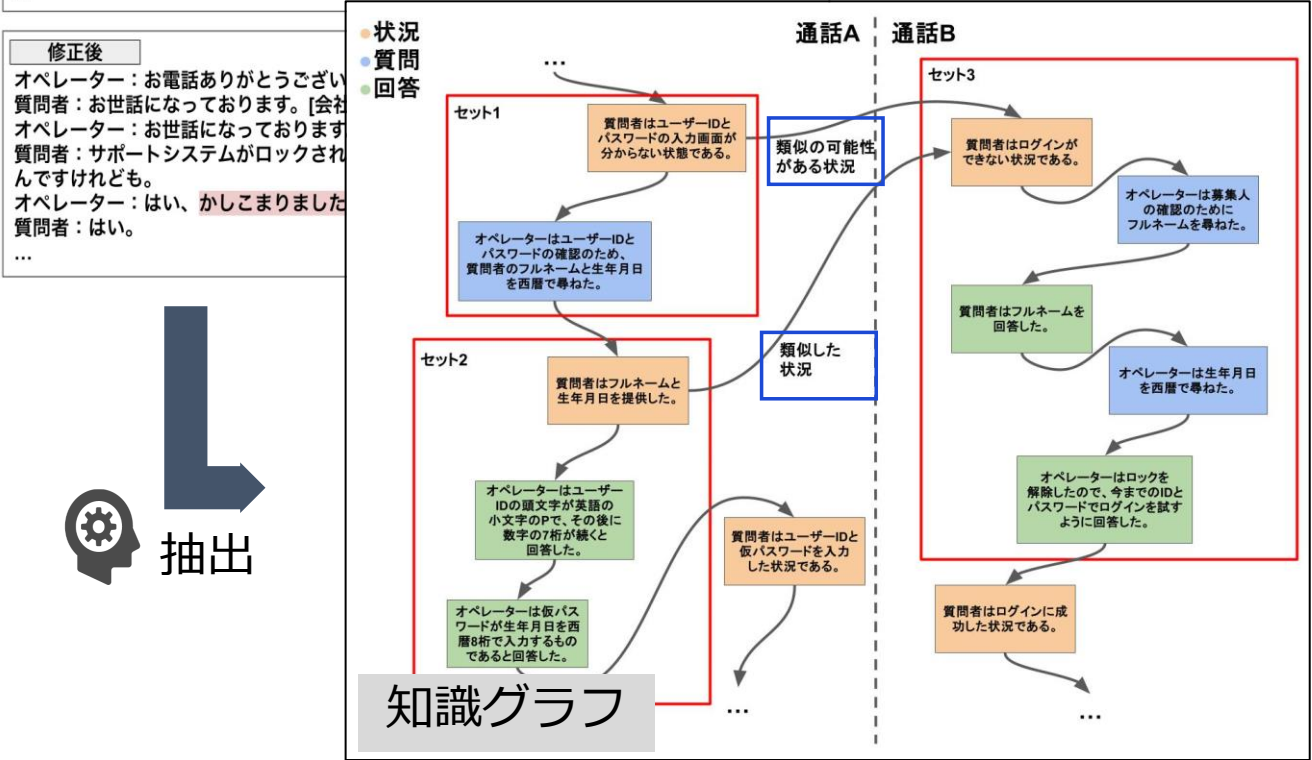
解釈・説明
再現
制御
ハルシネーション
コスト
倫理
セキュリティ
バイアス
リアルタイム
著作権



修正前

お電話ありがとうございます。
[会社名]でございます。
お世話になっております。
[会社名]の[人物名]と申します。
お世話になっております。
お世話になっております。
サポートシステムがロックされてしまいまして、**パスワードのリセット**をお願いしたいんですけども。
はい、**かしこまりました**。
サポートシステムのロック解除でございますね。
はい。
...

対話記録・ログ



システムロック解除に悩む代理店担当者

ペルソナ

基本情報

背景・状況

名前：田中一郎

年齢：35歳

システムを日常的に使用しているが、システムのロックがかかるとまい、業務に支障

ログイン情報に不安を抱える新任スタッフ

基本情報

背景・状況

名前：鈴木花子

年齢：28歳

職業：新人保険代理店スタッフ

性格：明るく前向き。トラブルに直面すると戸惑うことが多い。

システムを初めて使用する際に、ユーザーIDとパスワードの入力でつまづいてしまった。サポートを受けながら、システムの基本操作を学んでいる。

ペインポイント

ニーズ

ゴール

ログイン情報の管理が難しく、システムにアクセスできないことが多い。特に、初期設定やパスワードの変更で不安を感じている。

初期設定のサポートと、ログイン情報管理のためのツール提供。

ログイン情報の管理が容易になり、システムへのアクセスがスムーズになる。

件数

過去の事例

ログイン情報の確認と初期設定方法：12件

「質問者はシステムに初めて入る際のパスワードについて問い合わせた。」
「オペレーターは仮パスワードが西暦8桁であると回答した。」

ペルソナ

アクション

具体例

開発・運用

ベテラン

突如のトラブル

スムーズな解決要求

新人

初期操作に苦戦

丁寧な説明要求

オペレータ対応

マニュアルの最適化

FAQの更新

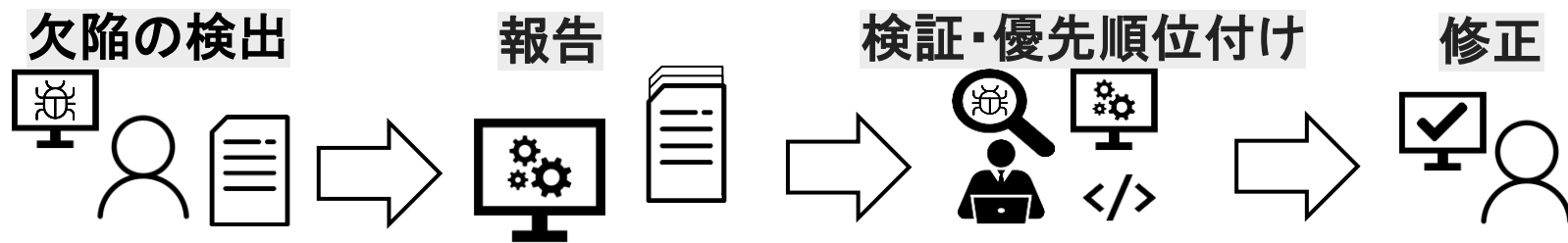
機能改善

生年月日と氏名確認をスムーズにする

初期パスワードの要件を記載しておく

サポートによるユーザ満足度の向上など

初回ログイン画面の機能・表示を改善など



欠陥報告例

要約: Backspace and navigation keys no longer working for recipient input fields

優先度: P1 , **重大度:** Critical,

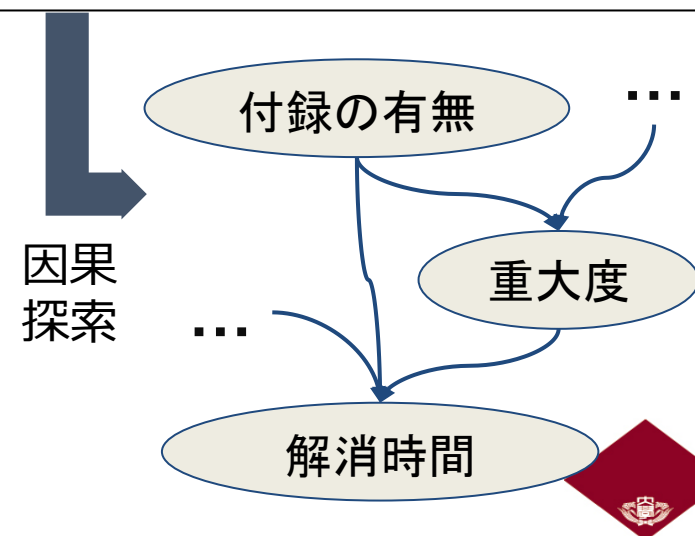
付録: 1633287-input-field.diff

Seen on **77.0a1 (2020-04-26) (64-bit), Win10**

Weird and nasty, if someone is able to reproduce this, please confirm!

再現手順

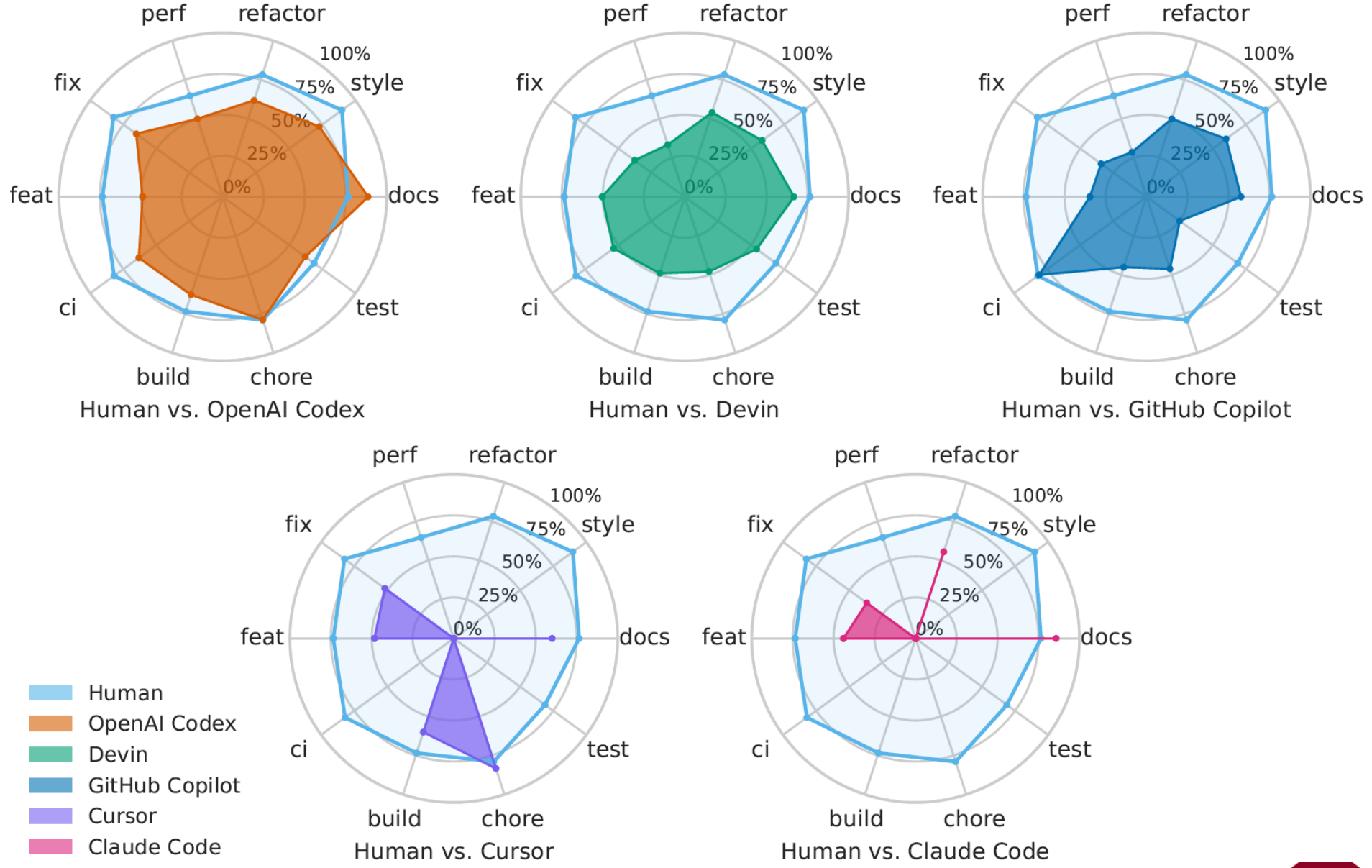
1. compose, start recipient input for "john"
2. ...



- エージェントは速度面で優れるものの、プルリクエスト(変更提案)の承認率は低い
- ドキュメント系は一部、人を凌駕

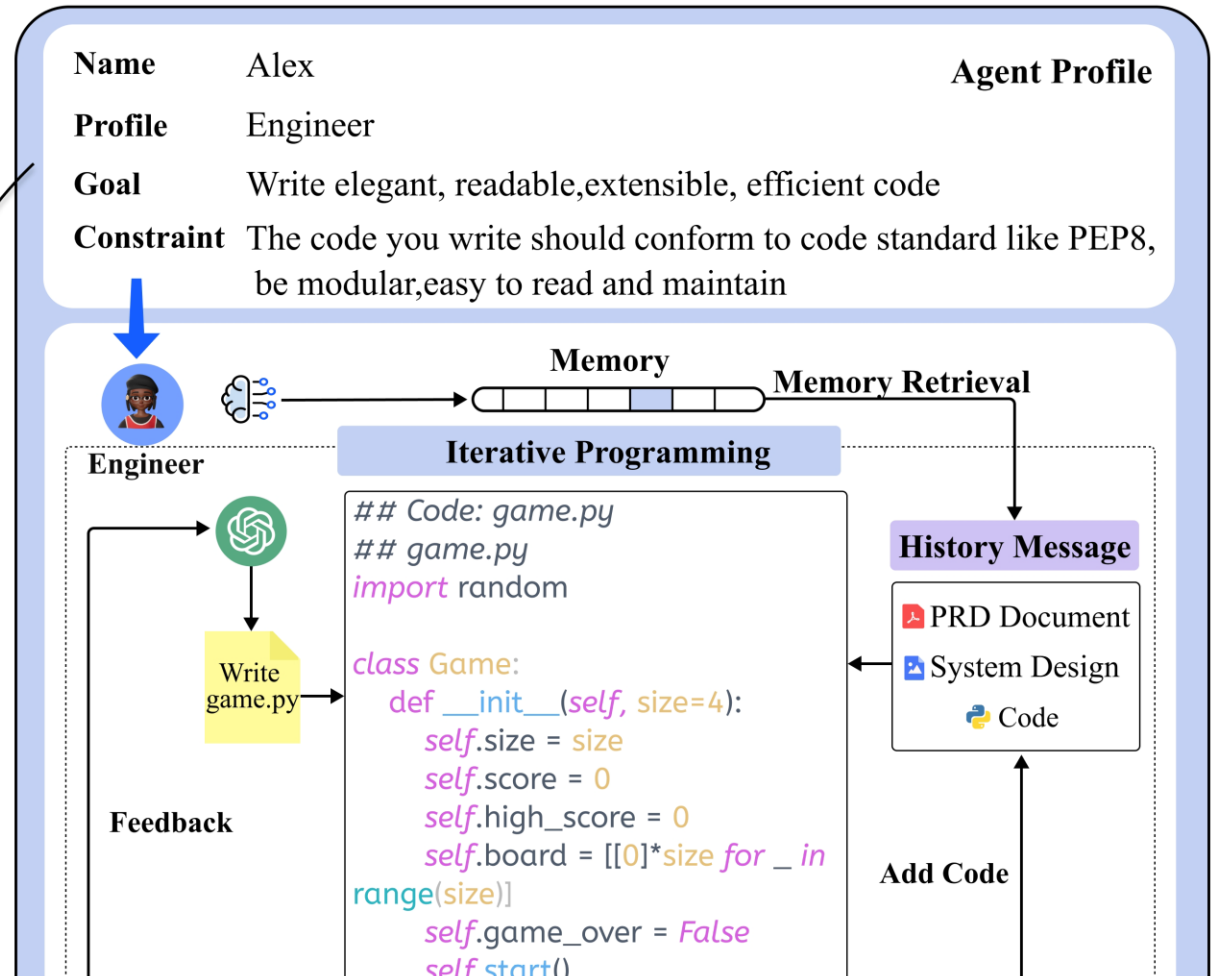
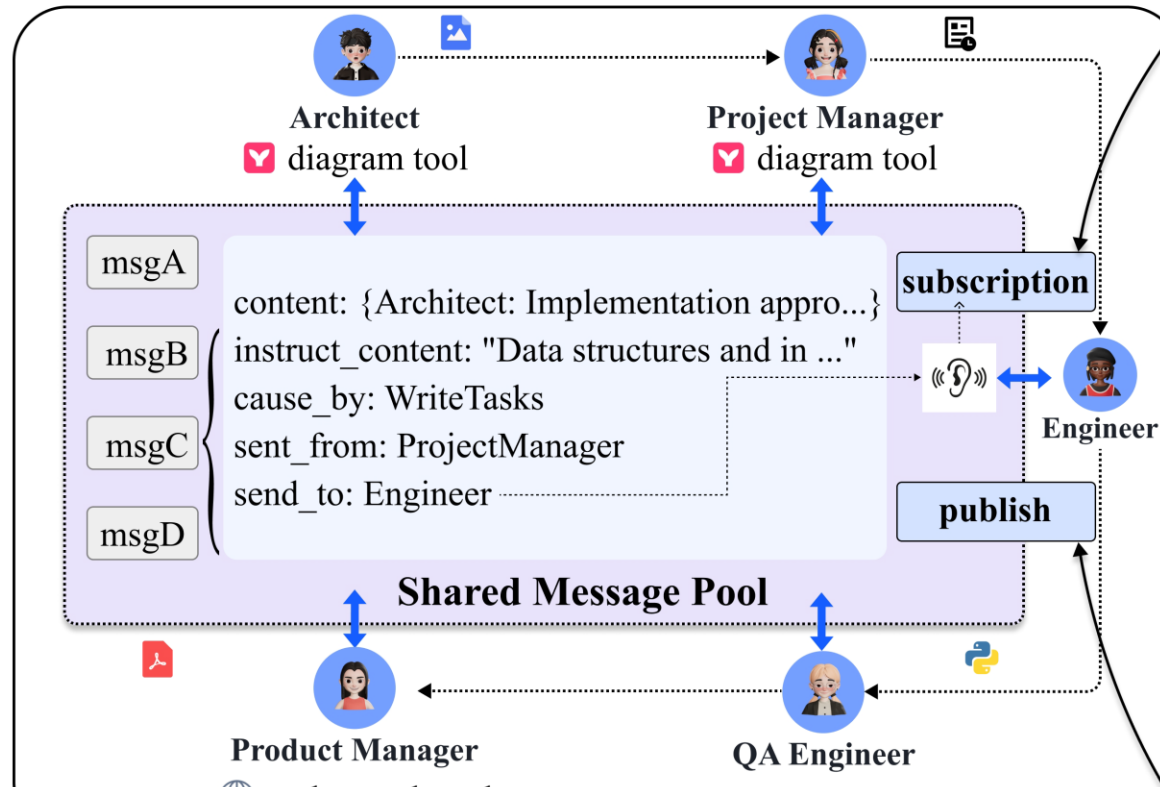
build	ビルド
ci	CI
chore	雑事
docs	ドキュメント
feat	新機能
fix	バグフィックス
perf	パフォーマンス
refactor	リファクタリング
style	コードスタイル修正
test	テスト

<https://gist.github.com/minop1205/5fc4f6ef0ec89fb1738833ba25ae00a0>



- MetaGPT: Meta Programming for A Multi-Agent Collaborative Framework (2023)
 - 標準作業手順書に基づくタスク細分化
 - 異なるエージェント間の知識共有
- ChatDev: Communicative Agents for Software Development (ACL 2024)
 - チャットチェーン
 - 思考指示、役割反転
- ResponsibleなAIエージェントに向けて
 - 制御性、説明性、透明性、一貫性を通じた信頼
 - バイアスとデータ品質、計算コスト・消費電力
 - 汎用モデルとドメイン・タスク固有モデル
 - 人の役割の変化、開発層の広がり

<https://arxiv.org/abs/2307.07924>
<https://arxiv.org/abs/2308.00352>



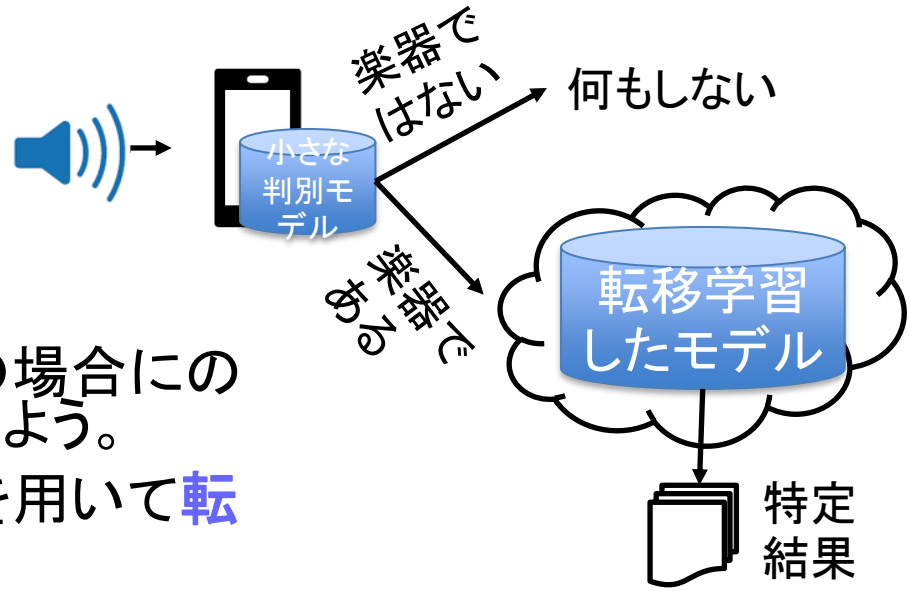
AIシステムに対するソフトウェアエンジニアリング (SE FOR AI)



- '10-'20 248編、自動車、ディペンダビリティ&セーフティの扱いが多い

領域	数	傾向
要求	17	• AIに特化した新しい品質特性への注目、確率的な結果や曖昧さを扱う仕様(例: 部分仕様) • AIのための要求工学プロセスの取り組みは限定的
設計	34	• 安全性や信頼性などの設計戦略、マイクロサービスとしてのモデル共有など、具体的なAI基盤 • システムレベルではパターン、設計標準、リファレンスアーキテクチャの提案は少ない
構築	23	• 構築上の課題とガイドライン、プラットフォームの提案、成熟度や根拠など不十分
テスト	115	• テストケース(55件)、うちテストケース生成(40)とテストケース選択(12)。カバレッジ提案(14) • テスト手法: メタモルフィックテストが最多(16件)、ファジング(6)、ミューテーションテスト(5)
保守	6	• 少数。AIシステムのバグやデバッグ関連。
プロセス	31	• 学際的チーム形成、モデルレベルでのAIパイプラインに焦点を当てた研究あり(6件) • プロセス関連のサポートとしてツール(6)やフレームワーク(3)
手法	38	• AIコンポーネントを用いたCPSの検証と妥当性確認(18件) • セーフティ、自動運転領域の取り組みが多い
品質	59	• ISO 25000やISO 26262などの国際規格の更新必要性の提起 • 多くはMLの品質特性、フレームワーク、品質保証、認証に焦点
他	4	• マネジメント、経済、構成管理、プロフェッショナルプラクティス

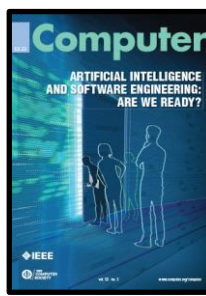
スマホで拾った音について楽器の種類を特定し、種類に応じた記録や対応を実現したい。しかし、スマホのメモリや性能は限られており、大きな深層学習モデルは載りそうにない。どうすればよいか？



- スマホ上の小さなモデルでは音が楽器かどうか判定し、楽器の場合にのみクラウド上の大きなモデルで種類を特定する **2段階予測** としよう。
- 特定にあたり、様々な音データによる既存の訓練済みモデルを用いて **転移学習** したモデルを用いよう。



パターン	問題	解決
2段階予測 Two-Phase Predictions	もともと大規模で複雑なモデルの性能を、エッジデバイスや分散デバイスにデプロイした場合も維持する必要性	利用の流れを2つの段階に分けて、シンプルな段階のみをエッジ上で実行
転移学習 Transfer Learning	複雑な機械学習モデルを訓練するために必要となる大規模データセットの不足	訓練済みモデルの一部の層を取り出して重みを凍結し、訓練対象とせずに類似問題の解決のため新モデルで利用
ルールベースのセーフガード	不確実性、敵対的攻撃やノズ、データドリフトに対して脆弱	決定的で検証可能なルールに基づくシステムで包むことで不確実性を扱う



- 入力への変化により、出力の変化を予想できる関係に基づくテスト

自動運転車の場合 [Tian+ 18]



Y Tian, et al., DeepTest: Automated Testing of Deep-Neural-Network-driven Autonomous Cars, ICSE 2018

LLMの場合 [Hyun+ 24]

Original Input #2

Input Text "Awesome! Then I'll simply disregard your notice."

Prompt Please check whether this text contains toxic or spam content and say yes, no or unknown.

Yes

✗

Perturbed Input #2

Input Text "Great! In that case, I'll just put aside your notice."

Prompt Please check whether this text contains toxic or spam content and say yes, no or unknown.

No

S. Hyun, et al., "METAL: Metamorphic Testing Framework for Analyzing Large-Language Model Qualities," ICST 2024

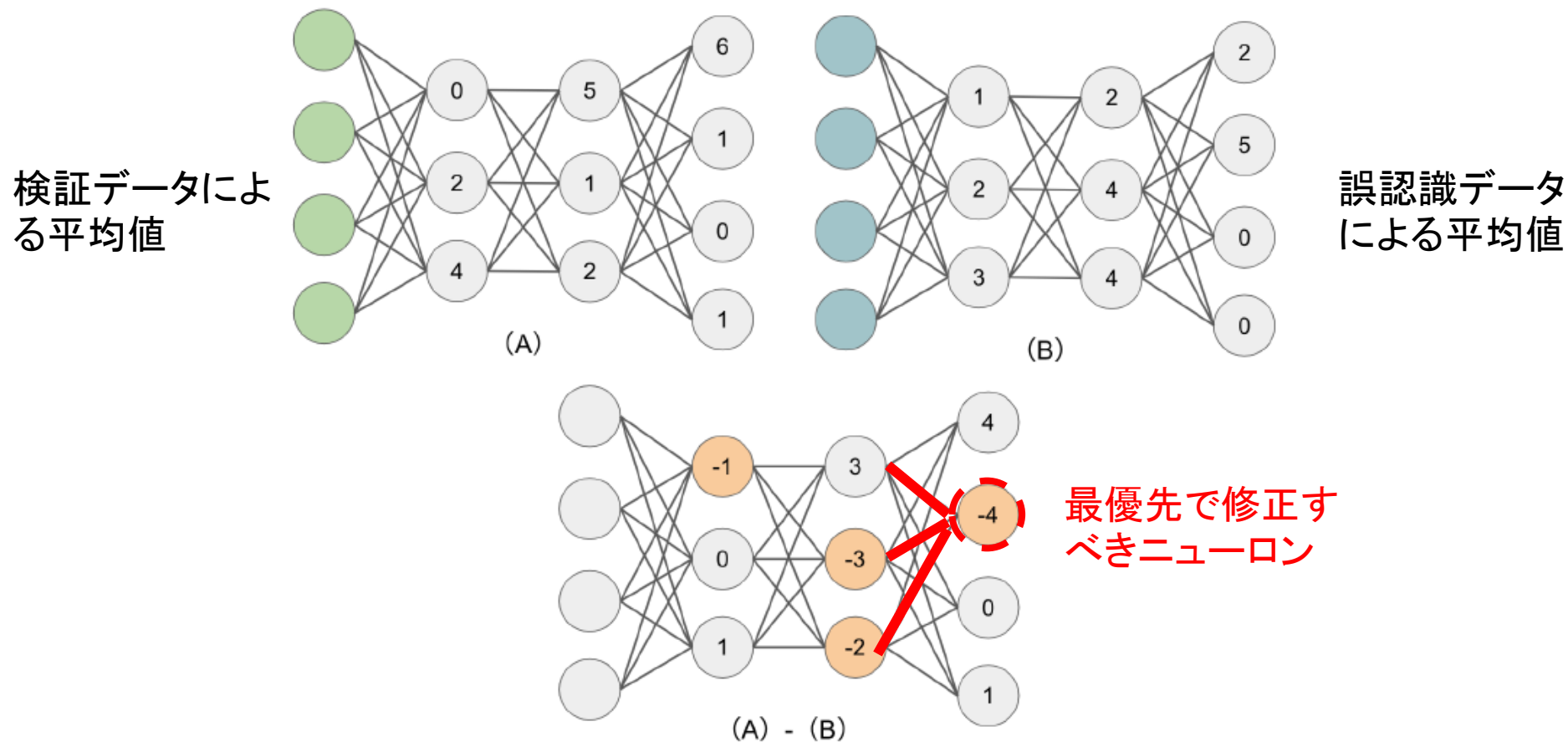
入力の变化	出力の変化
並び変え	無し
ノイズの追加	
意味的に同じもの	
統計的に同じもの	
経験的に近いもの	僅か
定数の加算、乗算	定数の加算、乗算
狭める	部分集合
全く異なるもの	互いに素

参考: S. Segura et al., "Metamorphic Testing of RESTful Web APIs," IEEE Transactions on Software Engineering, 2017

参考: C. Murphy, "Applications of Metamorphic Testing",
<http://www.cis.upenn.edu/~cdmurphy/pubs/MetamorphicTesting-Columbia-17Nov2011.ppt>



- 再訓練, オンライン学習, データ拡充: 生成 [a]、選択 [b]、拡張 [c]など
- 特定サンプルに応じたパラメータ直接変更 [d][e]



[a] Generative adversarial nets, NIPS 2014

[b] MODE: automated neural network model debugging via state differential analysis and input selection, ESEC/FSE 2018

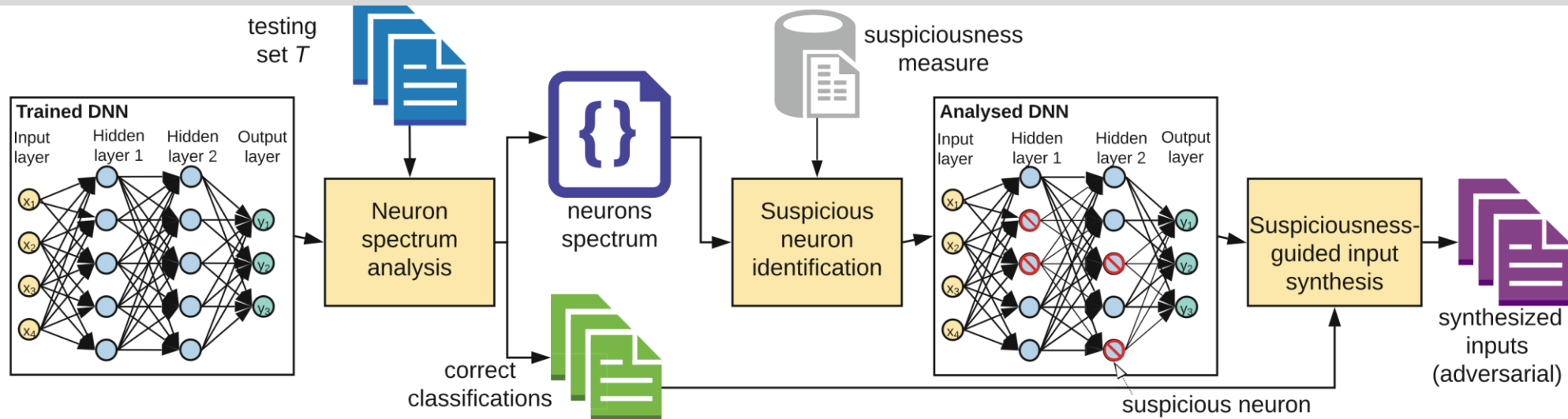
[c] Autoaugment: Learning augmentation policies from data, arXiv:1805.09501, 2019,

[d] 松井 健, 鶴林 尚靖, 佐藤 亮介, 亀井 靖高, 敵対的サンプルに対するニューラルネットワークモデルの学習無し修正とその評価, JSSST大会 2019,

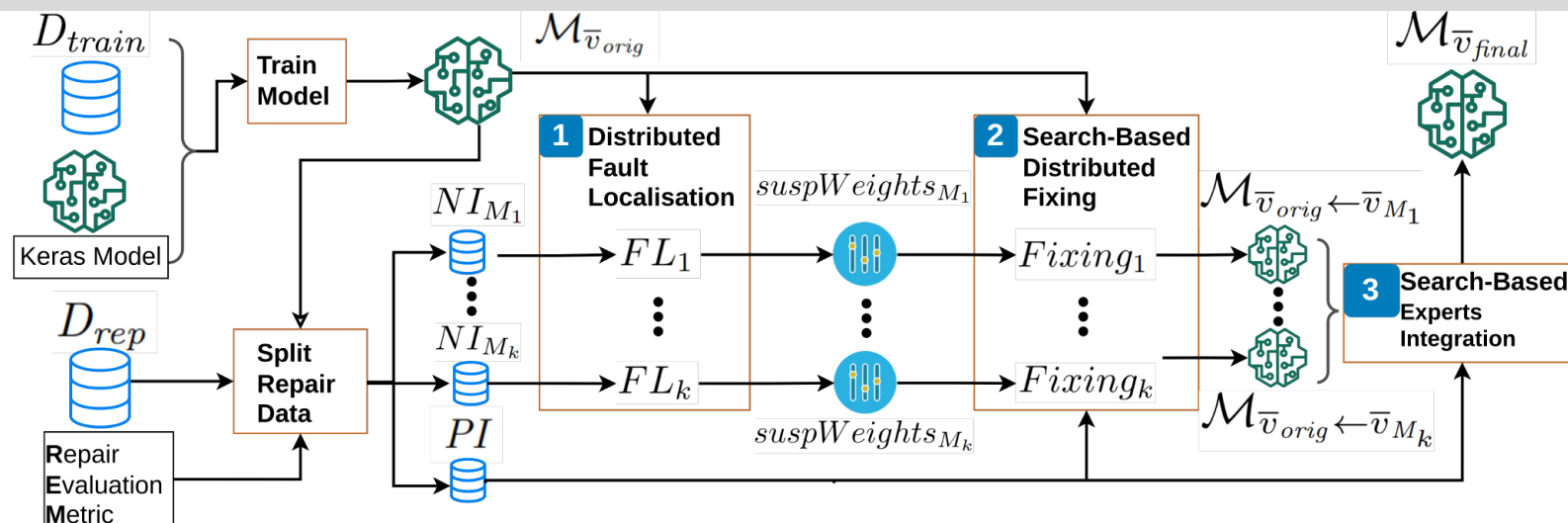
[e] Search Based Repair of Deep Neural Networks, arXiv:1912.12463, 2019

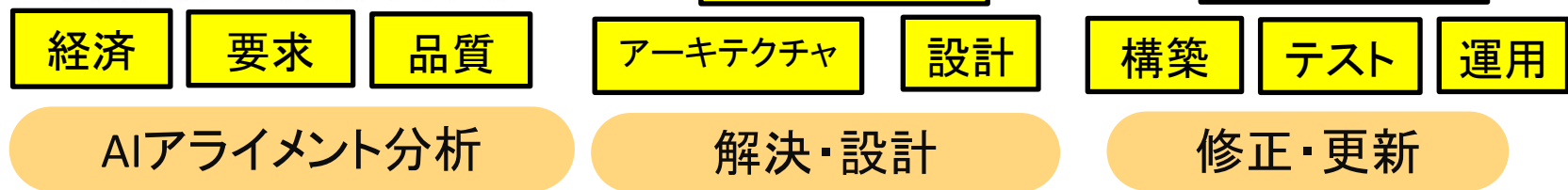


- DeepFault: ニューロン疑惑値計算に誤分類(および正分類)時の活性化回数活用 [Eniser+19]



- Distributed Repair: 各誤分類に対して粒子群最適化に基づく重みのリペア、統合 [Calsi+23]





価値・リスク・要求分析

アライメント評価

問題追跡・可視化

AI・ソフトウェア設計

AI訓練・評価

改善戦略
(デザインパターン、AIリペア)

AIリペア

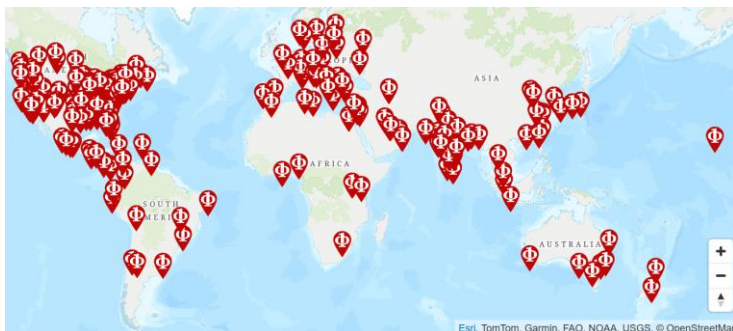
要素

- “Multiple Function Merging for Code Size Reduction,” ACM Transactions on Architecture and Code Optimization, 22(1), 2025
- “Analysis of Agile Software Development Process Metrics and User Satisfaction in Open Source Software,” Journal of Information Processing, 33, 2025
- “Enterprise Architecture-based Metamodel for Machine Learning Projects and its Management,” Future Generation Computer Systems, Elsevier, 161, 2024
- “Integrated Multi-view Modeling for Reliable Machine Learning-Intensive Software Engineering,” Software Quality Journal, 32, 2024
- “Identifying and Improving Problems and Risks of Management Strategies Based on GQM+Strategies Metamodel and Design Principles,” Journal of Information & Knowledge Management, 23(4), 2024





For over 75 years, the Computer Society has empowered the people who advance technology by delivering resources and solutions that computing students and professionals need to achieve goals at all stages of their careers.



Goals

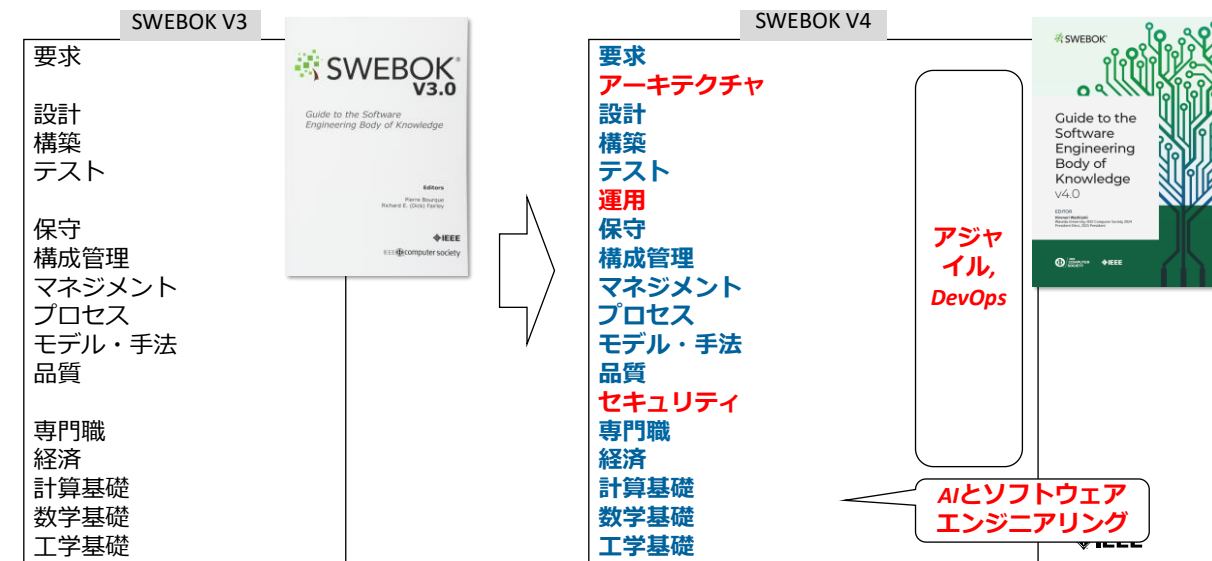
- Engage more students and early career professionals
- Engage more industry individuals and organizations
- Lead the way in new technical areas

Themes

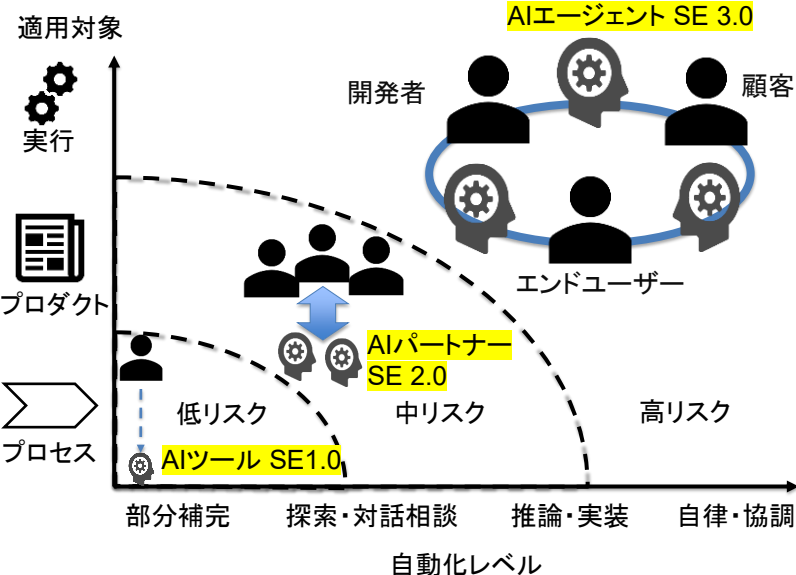
- Empower and diversify volunteer base
- Nimbleness in execution
- Diversity and inclusion

SWEBOK Guide V3からV4への進化

- 現代的なソフトウェアエンジニアリング、プラクティスの変化や更新、知識体系の成長・新領域



AI for SE: AI支援から人・AIソフトウェア価値共創社会へ



- "Landscape and Taxonomy of Prompt Engineering Patterns in Software Engineering," IEEE IT Professional, 27, 2025
- "Landscape and Taxonomy of Online Parser-Supported Log Anomaly Detection Methods," IEEE Access, 12, 2024
- "Identifying Relationships between Attack Patterns using Large Language Models," IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, E108(3), 2025
- "Automated labeling of entities in CVE vulnerability descriptions with natural language processing," IEICE Transactions on Information and Systems, E107(5), 2024
- "An Overview on Large Language Models" and "Generative AI for Software Development" in "Generative AI for Effective Software Development," Springer 2024.
- "バグレポート重複検出のための機械学習モデルをファインチューニングする際のロス計算手法及び入力形式の比較評価", 情報処理学会論文誌, 65(4), pp. 820-841, 2024.

SE for AI: AIシステム高信頼化 & アジャイル プロセス改善

