

AITL戦略提言書 v5.1

AITL戦略提言書 v5.1

AITL Strategy Proposal v5.1

0. エグゼクティブサマリ / Executive Summary

AITL (AI-Integrated Transition & Loop) は

- PID制御（安定性 / Stability）
- FSM制御（モード遷移 / State Transition）
- LLM設計（再設計 / Redesign）

を統合し、**SystemDK** により **熱・応力・電源・EMI** などの物理制約を設計初期から反映する。

AITL integrates PID, FSM, and LLM, with SystemDK embedding physical constraints (thermal, stress, power, EMI) from the earliest design stage.

本提案は、**2025年に発表されたコア論文のPoC実測値** を根拠とし、**産業・教育・政策** への橋渡しを提示する。

This proposal is grounded in PoC evidence from 2025 core papers, bridging industry, education, and policy.

さらに、国際比較では、欧米の「AI×制御」研究が未だ**PID拡張や強化学習レベル**に留まる一方で、AITLは**三層統合+物理制約反映**という先行優位性を持つ。これは日本発の国家競争力強化の切り札となる。

1. 論文別PoC解説 / Core PoC Papers (2025)

1.1 Humanoid TCST 論文

Humanoid TCST Paper (2025)

- **実測 / Results:** 姿勢回復 $\leq 200\text{ms}$ 、歩容安定度 +30%、エネルギー効率 +15%、自己発電寄与 $\sim 12\%$

Posture recovery $\leq 200\text{ms}$, gait stability +30%, energy efficiency +15%, self-powering $\sim 12\%$

- **AITL位置づけ / AITL Role:** PID+FSM+LLMによる三層制御。Flagship PoC。
Three-layer control with PID, FSM, and LLM. Flagship PoC.
 - **産業貢献 / Industrial Impact:** 災害救助、介護支援、工場自動化で信頼性を担保。
Ensures reliability in disaster relief, elderly care, and factory automation.
-

1.2 AITL on Space 論文

AITL on Space Paper (2025)

- **実測 / Results:** Tri-NVM階層、 $H\infty$ +FSM+LLM、22nm FDSOI FPGA実装
Tri-NVM hierarchy, $H\infty$ +FSM+LLM, 22nm FDSOI FPGA implementation
 - **産業貢献 / Industrial Impact:** 宇宙機器メーカー・防衛産業における長期自律運用の基盤。
Foundation for long-term autonomous operation in space and defense industries.
-

1.3 CFET Control 論文

CFET Control Paper (2025)

- **実測 / Results:** サブ2nm配線遅延・熱結合を補償
Compensation for sub-2nm interconnect delay and thermal coupling
 - **産業貢献 / Industrial Impact:** 半導体EDA・ファウンドリの歩留まり改善。
Improves yield for semiconductor EDA and foundries.
-

1.4 SystemDK+AITL 論文

SystemDK+AITL Paper (2025)

- **実測 / Results:** RC遅延・熱結合・EMIを補償
Compensation for RC delay, thermal coupling, and EMI
 - **産業貢献 / Industrial Impact:** 自動車・IoT・通信SoCに必須の設計基盤。
Essential design foundation for automotive, IoT, and communication SoCs.
-

1.5 CFET Tutorial 論文

CFET Tutorial Paper (2025)

- **内容 / Content:** Planar→FinFET→GAA→CFET進化を教育的整理
Educational overview of device evolution: Planar → FinFET → GAA → CFET
- **産業貢献 / Industrial Impact:** 次世代エンジニア教育の標準教材。
Standard teaching material for next-generation engineer education.

2. KPI一覧 / KPI Table

KPI	Target	実測値 / Result	出典 / Source
姿勢回復 / Posture Recovery	≤150ms	≤200ms	Humanoid
歩容安定度 / Gait Stability	+20%	+30%	Humanoid
エネルギー効率 / Energy Efficiency	+15%	+15%	Humanoid
自己発電寄与 / Self-Powering	20%	12%	Humanoid
FeFET保持 / Retention	≥10y@85°C	実証済	FeFET CMOS
FeFET耐久性 / Endurance	≥1e5	実証済	FeFET CMOS
電源効率 / Power Efficiency	>80%	実証済	CMOS018 Inductor
超音波感度 / Ultrasonic Sensitivity	高感度	実証済	ScAlN
滴下精度 / Droplet Precision	pL級	実証済	Bio-Inkjet
修士人材育成数 / Graduate Training	≥100/年	計画中	AITL Studies
国際標準化WG参加数 / Intl. WG Members	≥10	計画中	Policy

3. AITLの具体的解説 / AITL Explained

```
flowchart TB
    PID["PID制御<br/>Stability"] --> CORE["AITL Core"]
    FSM["FSM制御<br/>Transition"] --> CORE
    LLM["LLM設計<br/>Redesign"] --> CORE
    CORE --> OPT["統合最適化<br/>Holistic Optimization"]
    SYS["SystemDK<br/>Physical Constraints"] --> CORE
```

AITLはPID・FSM・LLMを統合し、SystemDKで物理制約を初期段階から反映する。

AITL integrates PID, FSM, and LLM, embedding SystemDK constraints from the start.

4. AITLによる産業界・政策への影響 / Industrial & Policy Impact

産業分野 / Sector	貢献内容 / Contribution	政策的意義 / Policy Significance
半導体 / Semiconductor	サブ2nm設計の信頼性・歩留まり改善	経済安全保障・技術覇権
自動車 / Automotive	車載SoCの安全性・省エネ化	GX・自動運転安全
ロボット / Robotics	災害救助・介護・工場自動化	労働力不足対策
医療 / Medical	PbフリーMEMS・Bio-Inkjetによる新市場	超高齢社会対応
宇宙 / Space	探査機の長期自律運用	宇宙安全保障・国際協力

5. 教育・人材育成 / Education & HRD

- **AITL学（仮称） / “AITL Studies”**
Interdisciplinary program integrating control, AI, and physical design constraints.
- **教材 / Teaching Materials:** CFET Tutorial, SystemDK論文, Humanoid PoC
- **成果 / Outcome:**
 - 修士・博士課程で年間100名規模の人材輩出
 - 国際会議・標準化WGでの若手参加者増加

- 産業PoC連携による即戦力養成

6. ロードマップ / Roadmap

timeline

title AITL導入ロードマップ / AITL Roadmap
2025-2026 : 基盤R&D (AITL学, SystemDK α版) / Foundational R&D
2026-2028 : 国内WG設立, PoC拡大 / Domestic WG, PoC Expansion
2028-2030 : コンソーシアム, 認証制度 / Consortium, Certification
2030-2032 : 国際標準化主導 / Intl. Standardization
2032- : 標準活用による市場展開 / Market Deployment via Standards

7. 経済効果試算 / Economic Impact Estimation

2026-2030年にAITLを国内導入した場合のシナリオ比較（2030年時点）

産業分野 / Sector	収益 / Revenue (¥Bn)	削減効果 / Savings (¥Bn)	輸出 / Exports (¥Bn)	雇用
半導体 / Semiconductor	~30	~12	~10.5	~900
ロボット / Robotics	~24	~9	~6	~960
医療 / Medical	~12	~3.8	~2.4	~420
宇宙 / Space	~4.8	~1.6	~2.9	~120
合計 / Total	~70.8	~26.4	~21.8	~2,400

感度分析 / Sensitivity Analysis (2030)

- **Upside Case:** +40%（海外標準化リード時）→ ~1000億円規模
- **Downside Case:** -30%（国際標準化遅延時）→ ~500億円規模

Appendix: 2025年関連研究 / Related Works (2025)

AITL本体には含めないが、2025年に発表した関連研究成果：

- LPDDR+FeRAM Integration
- FeFET CMOS Reliability (0.18μm)
- CMOS018 Inductor+LDO
- ScAlN Ultrasonic

8. 結論 / Conclusion

AITL v5.1は、**コア論文の実測値に基づきつつ国際比較と政策的意義を補強した戦略**である。

- **産業界:** 設計効率化・低コスト化・新市場創出
- **教育界:** 年間100名規模のAITL人材育成
- **政策:** KPIベースの標準化・安全保障・GX対応

AITLは「研究成果」から「国家基盤」への昇華を可能にし、国際標準化を通じて日本の技術覇権確立に寄与する。