

AITL戦略提言書 v5.0

AITL戦略提言書 v5.0

AITL Strategy Proposal v5.0

0. エグゼクティブサマリ / Executive Summary

AITL (AI-Integrated Transition & Loop) は

- PID (安定性 / Stability)
- FSM (モード遷移 / State Transition)
- LLM (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、**各論文の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 grounds itself on PoC evidence from published papers, bridging industry, education, and policy.

1. 論文別PoC解説 / Paper-Based PoC Examples

1.1 Humanoid TCST 論文 (2025)

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 Main Paper

AITL on Space Paper

- **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 Main Paper (2025)

CFET Control Paper

- **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 Main Paper (2025)

SystemDK+AITL Paper

- **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 Paper

CFET Tutorial Paper

- **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.
-

1.6 LPDDR+FeRAM Integration

LPDDR+FeRAM Paper

- **実測 / Results:** 低消費・瞬時復帰
Low-power, instant resume
 - **産業貢献 / Industrial Impact:** 車載・モバイル・IoTにおける低消費スタンバイ実現。
Enables low-power standby in automotive, mobile, and IoT devices.
-

1.7 FeFET CMOS Reliability (0.18μm)

FeFET CMOS Paper

- **実測 / Results:** 1e5サイクル、10年保持@85°C
1e5 endurance cycles, 10y retention @85°C
 - **産業貢献 / Industrial Impact:** レガシーファウンドリで低価格IoT製品を可能にする。
Enables low-cost IoT products via legacy foundries.
-

1.8 CMOS018 Inductor + LDO Paper

CMOS018 Inductor+LDO Paper

- **実測 / Results:** 効率>80%、低ノイズ
>80% efficiency, low noise
 - **産業貢献 / Industrial Impact:** 外付け部品削減 → 車載・IoT SoC低コスト電源。
Removes external components, reducing costs in automotive/IoT SoCs.
-

1.9 ScAlN Ultrasonic Paper

ScAlN Ultrasonic Paper

- **実測 / Results:** PbフリーMEMS+65nm CMOSで高感度
Pb-free MEMS + 65nm CMOS with high sensitivity
- **産業貢献 / Industrial Impact:** 医療機器向け環境調和型センサ。
Eco-friendly sensor for medical devices.

1.10 Bio-Inkjet Paper (KNN)

Bio-Inkjet Paper

- **実測 / Results:** ±50V駆動でピコリットル滴下
±50V drive, picoliter droplet ejection
- **産業貢献 / Industrial Impact:** 創薬・細胞工学の高精度プリンティング。
High-precision printing for drug discovery and cell engineering.

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

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による産業界への影響 / Industrial Impact

産業分野 / Sector	貢献内容 / Contribution
半導体 / Semiconductor	サブ2nm設計の信頼性・歩留まり改善
自動車 / Automotive	車載SoCの安全性・省エネ化
ロボット / Robotics	災害救助・介護・工場自動化
医療 / Medical	PbフリーMEMS・Bio-Inkjetによる新市場
宇宙 / Space	探査機の長期自律運用

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・博士課程での人材育成、産業PoC連携、国際標準化リーダー輩出

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

7. 結論 / Conclusion

AITL v5.0は、論文実測値に基づく戦略であり、

- **産業界:** 設計効率化・低コスト化・新市場創出
- **教育界:** AITL学による人材供給
- **政策:** KPIベースの標準化・国家競争力強化

を同時に実現する。

AITLは「研究成果」から「国家基盤」への昇華を可能にする。

AITL enables the transition from research results to national infrastructure.