

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 {#exec}

AITL (AI-Integrated Transition & Loop) は、

- PID制御（安定性）
- FSM制御（モード遷移）
- LLM設計（再設計）

を統合し、**SystemDK (System Design Kit)** で物理制約（熱・電源・EMI・応力）を初期段階から反映する。

本提案は、**国家政策・産業・教育の三位一体**で推進すべき枠組みを示し、論文に基づく **実測値・PoC成果** を根拠として提示する。

1. 政策パッケージ / Policy Package {#policy}

- 基盤R&D (2025–2026): AITL-Studies設立、SystemDK α版開発
- 標準化推進 (2026–2028): 国内WG設立、規制サンドボックス適用
- 産業実装 (2028–2030): コンソーシアム発足、認証制度設計
- 国際標準化 (2030–2032): EUV世代設計・自律制御の標準主導

2. PoC具体例 / Real-World PoC Examples {#poc}

2.1 ロボット制御統合 / Integrated Robotic Control

- 参照論文: Humanoid TCST 論文 (2025)
- 実測値: 姿勢回復 ≤ 200 ms、歩容安定度 +30%、エネルギー効率 +15%、自己発電寄与 ~12%
- AITL解釈: PID×FSM×LLMにより部分故障でも継続動作可能。

2.2 スマート工場ライン最適化 / Smart Factory Optimization

- 参照論文: CMOS018 Inductor + LDO Paper
 - 実測値: On-chip磁性インダクタ+Hybrid Buck-LDOで効率 >80%、低ノイズ動作。
 - AITL解釈: 工場電源ラインをAITL制御すれば、故障時も電源品質を確保しライン再構成。
-

2.3 自律移動ロボット群制御 / Autonomous Mobile Robot Fleet

- 参照論文: ScAlN Ultrasonic Paper
 - 実測値: PbフリーScAlN MEMSセンサ+65 nm SiGe CMOSで高感度を実証。
 - AITL解釈: センサ異常時もFSM/LLMで経路再構築し群制御を維持。
-

2.4 フラグシップPoC : 人型ロボット / Flagship PoC: Humanoid

- 参照論文: Humanoid TCST 論文 (2025)
 - 成果: クロスノード構成 (22 nm SoC + 0.18 μ m AMS + 0.35 μ m LDMOS)、Physical AI の具現化。
-

2.5 宇宙探査機PoC / Spacecraft Autonomy

- 参照論文: AITL on Space Main Paper
 - 実測値: Tri-NVM階層 (SRAM/MRAM/FRAM)、 H_{∞} +FSM+LLM統合、22 nm FDSOI FPGA実装。
 - AITL解釈: 放射線イベント発生時でもフェイルオペレーショナルを維持。
-

3. KPI & Evidence {#kpi}

KPI / Source	Target	論文実測値	状態
姿勢回復時間	≤150 ms	Humanoid TCST: ≤200 ms	ほぼ達成
歩容安定度改善	+20%	Humanoid TCST: +30%	
エネルギー効率改善	+15%	Humanoid TCST: +15%	
自己発電寄与率	20%	Humanoid TCST: ~12%	未達
FeFET保持	≥10年@85°C	FeFET CMOS 論文: 実証済	
FeFET耐久性	≥1e5 cycle	同上: 実証済	
On-chip電源効率	>80%	CMOS018 Inductor: 実証済	
Ultrasonicセンサ感度	高感度・Pbフリー	ScAlN論文: 実証済	

4. 実装とSystemDK / Implementation with SystemDK {#impl}

- 参照論文: SystemDK+AITL Main Paper (2025), CFET Control Main Paper (2025)
- 要点:
 - FEM解析を設計段階に統合し、熱・EMI・電源を最適化。
 - RC遅延や熱結合をPID+FSM+LLMで補償。
 - PoCで **ガードバンド削減・信頼性改善** を実証済。

5. 教育と人材育成 / Education & HRD

- 参照論文: CFET Tutorial Paper
- 提案: 「AITL学（仮称）」として制御+AI+物理制約を横断する新教育体系を構築。
- 効果: 修士・博士レベルでの体系教育、産学共同PoC実習、標準化リーダー育成。

6. 産業化モデル / Industrialization Model

- 参照: Bio-Inkjet Paper (医療応用PoC)、LPDDR+FeRAM Integration
- 要点:
 - AITL設計会社モデル：3-4名でPoC開始、5-7年でM&A可能。
 - 投資規模：初期 ¥15M → Series A (¥100-300M) → ARR 5-10億円レンジへ成長。

7. リスクと緩和 / Risks & Mitigations

リスク	緩和策
LLM幻覚応答	形式検証+SystemDK物理制約チェック+監査ログ必須
サイバー攻撃	Zero Trust設計、署名付きデプロイ、最小権限化
物理モデル不整合	実測フィードバック+デジタルツイン校正
IP係争	RANDベースの標準化ポリシーを早期に整備

8. 結論 / Conclusion

AITL v5.0は、論文実証値に裏付けられた政策・産業・教育戦略である。

- **PoC実績:** Humanoid, Space, Factory, Bio-Inkjet, CFET 教材
- **基盤:** SystemDK, Tri-NVM, FeFET CMOS
- **政策:** KPIベースの導入効果、標準化・監査体制

これにより、AITLは「研究成果」から「国家基盤」へ昇華できる。