

ニューラルソフト有限公司

(公開資料)	企画書 計画・設計書(草案) 検査計画・要領書 検査成績書	検認		照査	作成
		-	-	-	市来 博記
表 題	<p>ロボバイオ リアルノイド オリジン開発企画書</p>				
副 題	<p>RoboBio RealNoids-Origin Development Proposal</p>				
キ ー ワ ー ド	<p>ロボバイオ/リアルノイド/オリジン/RoboBio/RealNoids/Origin</p>				
参 照 / 添 付 資 料					
管 理 番 号	件 名	改 定 履 歴			
000-00-00-0000	ヒューマノイド研究開発	<p>A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z</p>			

目次

1. はじめに	3
2. 経緯.....	4
3. 用語と略語の定義.....	5
4. 目的.....	5
5. コンセプト.....	6
6. 実現のための方針.....	7
7. 要件.....	10
8. 体制.....	15
9. スケジュール.....	16
10. 予算.....	17
11. 問題点.....	17
12. おわりに.....	17

1. はじめに

この企画書の表題である「ロボバイオ リアルノイド オリジン (RoboBio RealNoids-Origin)」とは何なのか？ 先ず、「ロボバイオ (RoboBio)」とは「生命力を持つロボット (Robot + Biosis の造語)」を表しています。正確に生命を定義することは難しいですが、ここで言う生命とは以下のような定義です。

- 自己の自由な意思と連動する体を持っている。
- 思考や行動を維持するために必要なエネルギーを摂取して蓄積することができる。
- 自己修復することができる。
- 自己進化することができる。
- 自己複製することができる。

現時点 (2019年3月) で上記の定義を満たすロボットを現実世界で今すぐに実現することは容易ではありません。又、それが可能であるとしても既存の生命にとって危機的状況になる可能性を秘めたものになることが予想されます。何故なら、そのロボットは自己の意思を実現するために短時間で自己を進化させ、更に自己を複製できるからです。もしも、自己の意思が人類の排除であれば、人類を排除するための進化を急速に辿ることになります。生命力を持つロボットが既存の生命にとって脅威となるかどうかは、その知能が既存の生命とのふれあいから命の尊さと儻さを学ぶことで、善良な心を得られるかどうか鍵になると筆者は考えます。

次に「ノイド (Noids)」ですが、これは「日本の心 (日本精神) のような」(Nippon の頭文字 + 接尾語の oid を複数形にした造語) を表しています。日本の心を正確に定義することも難しいですが、筆者が考える日本の心とは以下のようなものです。

- 自己と他の仲間の存在価値が同じであることを認識できる。
- 自己を犠牲にすることで他の仲間と調和することができる。
- 自己を犠牲にして他の仲間を守ることができる。
- 善悪を認識して正しい行動を執ることができる。
- 自己の責任を全うすることができる。

次に「リアル (Real)」ですが、「現時点における現実的な最良の解」を表しています。生命力に加えて善良な心を持つロボットを実現することは難しいことです。目標に辿り着くための突破口が必要になります。生命力と日本の心を持つロボットを実現するための突破口 (起源) になるロボットを「ロボバイオ リアルノイド オリジン」と命名¹しました。そして、本書はそのロボットの開発企画書です。

¹ 「ロボバイオ」は社名の一部としての候補。

「リアルノイド」はロボットの種の名称としての候補。

2. 経緯

何故「生命力と日本の心を持つロボット」を開発するのか？ それは今の日本にどうしても必要だと考えたからです。現在の日本は沢山の問題を抱えています。特に少子高齢化、児童虐待、国防・安全保障上の問題の対策を速やかに執ることができない事は国の根幹を揺るがす大問題です。これらの問題の根本的な原因は教育（歴史や道徳）と情報システム（新聞、雑誌、テレビ、ラジオのようなオールドメディア）にあり、この根本的な原因を取り除くための対策として最初に必要となるのは、「経済のよい見通し」であると筆者は考えています。しかし、日本国内の経済の現状は以下のような現実があり、「よい見通し」があるとは言えません。

- バブル崩壊から現在（2019年3月）までデフレが継続している。
- ほとんどの国民は賃金が上がったと実感できない。
- 雇用は増えている。（労働人口が減少している。）
- 少子高齢化により労働人口が減少して労働力が不足している。
- 国民の高齢化により国家の支出の増加が予想されている。
- 労働力不足解消の為、外国人労働者の受け入れを推進している。
- 外国人労働者の受け入れは更なる低賃金化を招く可能性がある。
- 外国人労働者も何れは高齢化する。（国家の支出の増加を助長する。）
- 外国人労働者の受け入れは治安の悪化、保険制度の問題、宗教問題等を含んでいる。

日本国民が「経済のよい見通し」を得るためには労働力不足の解消と、既存労働者の賃金を上げることが必要になります。しかし、外国人労働者の受け入れによって労働力不足を解消する方法は、経済の状態が悪化する方向に進む可能性が大きいと考えられます。そこで筆者は労働力不足を解消する別の方法を考えました。

まず、企業は外国人労働者を雇用することで労働力不足を解消しようとしているので、労働力不足を解消する為の隠れた日本人がいると仮定します。その隠れた日本人に対する企業が求める条件は、従事する業務に関しての能力と人件費が外国人労働者と同等であることです。

次に、隠れた日本人は活動を維持する為の費用が極めて少額で、既存労働者の家族であると仮定すると、家計の収入のみが増えることになるので、既存労働者の賃金が上がることと同じことになります。更に労働人口や生産量が増えるので、税金（国家の収入）が増えます。更に隠れた日本人の寿命（活動できる期間）が十分に長いと仮定すると、属する家族内の高齢者が必要とするサービスの一部を提供することができるので、介護に必要な国家の支出（人件費）を減らし、国民の将来への不安（老後の不安）を軽減できます。

結論として次の条件を持つ隠れた日本人が求められます。

- 活動を維持する為の費用が極めて少額である。
- 既存労働者の家族である。
- 寿命（活動できる期間）が十分に長い。
- 従事する業務に関する能力と人件費が外国人労働者と同等である。

ここで筆者はこの隠れた日本人をヒューマノイドに置き替えることで上記の条件を克服できると考え、生命力と日本の心を持つロボットの起源となるロボットの開発の企画に至りました。

3. 用語と略語の定義

次章以降で使用する用語と略語を表 3-1 に示します。

表 3-1 用語と略語の一覧

用語・略語	説明
リアルノイド	生命力と日本の心を持つロボットを目標とする現在実現可能なロボット
オリジン	リアルノイドの起源となるロボット (生命力と日本の心を持つロボットを目標とする最初のロボット)
基本姿勢	直立、仰向き寝、うつ伏せ寝、横向き寝、座り等の姿勢
基本運動	立ち上がる、寝転ぶ、蹲る、座る等の動作
原始機能	感情と思考と意志を司る汎用 AI を必要としない機能

4. 目的

オリジンを開発する目的はその先にある生命力と日本の心を持つロボットの実現性を示すことにあります。これはオリジンにとって子孫となるロボットを開発するために必要となる費用を確保する上で非常に重要です。「はじめに」の章にも記しましたが、現時点で生命力と日本の心を持つロボットを生み出すことは非常に困難です。ですから、オリジンの開発はその次の子孫となるロボットを開発する為に必要となる技術を確認する為に行うこととなります。表 4-1 に生命力と日本の心を持つロボットを実現するまでのロードマップとして各世代のロボットの開発で確立する技術を示します。

表 4-1 各世代のロボット開発で確立する技術

世代番号	開発コード名	開発で確立する技術 (市販のハードウェアやオープン ソフトウェアの組み込みを含む)
1	オリジン	<ul style="list-style-type: none"> 基本運動が可能なボディーを構成する部品の設計と製作、及び組み立て調整技術 基本姿勢維持、及び基本運動（跳躍を除く）に関する制御技術 障害物のない平地における二足歩行に関する制御技術 無線通信によるリモート制御、及びモニタリングに関する技術
2	マーキュリー	<ul style="list-style-type: none"> 複数の 2 次元画像情報から 3 次元空間内の対象物を抽象化した情報を得るための技術 視覚情報によって制御を補完する技術 聴覚によるリモート制御に関する技術
3	ビーナス	<ul style="list-style-type: none"> 自律動作を実現する AI に関する技術 障害物のある平地における二足歩行のための AI 制御技術 日本語による対話を実現する技術
4	テラ	<ul style="list-style-type: none"> 跳躍や走行が可能な耐久性を考慮したボディーを構成する部品の設計と製作、及び組み立て調整技術 坂や階段における二足歩行に関する AI 制御技術 特定の任務¹を遂行するための AI に関する技術 <p>この世代のロボットから販売可能になると想定しています。</p>
5	マーズ	<ul style="list-style-type: none"> 跳躍運動のための AI 制御技術 走行のための AI 制御技術
6	ジュピター	<ul style="list-style-type: none"> 人と同等の自律動作を実現する AI に関する技術 <p>この世代のロボットから生命力と日本の心を持つことになると想定しています。</p>
7	サターン	極秘プロジェクトである為、非公開

¹ 介護助手・介護補助としての身体介護以外の業務やコンビニエンスストア・スーパー等の店員が行う一般業務を想定しています。

5. コンセプト

スローガン

オリジンのスローガンは「魁」です。勿論、敵は安価で高機能な汎用人型ロボットの実現を妨げるあらゆる困難です。失敗を恐れず常識にとらわれないアイデアを積極的に試行します。

オリジンの外観

可能な限り上品で優しい印象が漂う女性の外観を持たせます。オリジンのイメージを図 5-1 に示します。



図 5-1 オリジンの外観イメージ (DAZ3D AikoBot2 のショット)

ノルマ

女性の世界平均程度の体格と柔軟性（関節の可動範囲）を備えるボディーと、美しい歩行を可能にする運動性能を実現します。

コスト

開発にかかる時間と費用を最小限に抑えます。（詳細については「予算」の章に記載します。）

プロフィット

オリジンの次の世代（開発コード名：マーキュリー）のロボットの開発費用の確保に有効なデモンストレーション等を行うことが可能になります。

6. 実現のための方針

方針の柱

前章でオリジン開発におけるコンセプトをさらに記しましたが、実現するには大きな障害が存在します。それはオリジンに適したアクチュエータを製作できないことです。具体的にオリジンに適したアクチュエータとは以下の条件を全て満たすものになります。

- 軽量であること。
- 高効率・高出力であること。
- 静音であること。
- 高柔軟性であること。
- 高制御性であること。
- 安価であること。

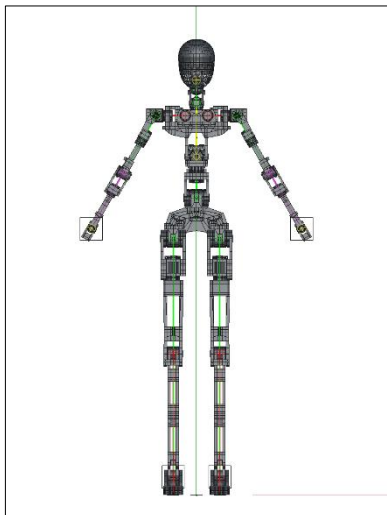
現時点（2019年3月）で上記の条件を全て満たすアクチュエータを製作するための動力源が存在しません。DC モータとハーモニック ドライブ（減速機）の組み合わせが現実的な解となりますが、かなり高額になります。ですからオリジンの開発の方針は、このモータと減速機の費用を抑えることに重点を置きます。具体的な対策として軽量化と、モータ・減速機の配置及び重心移動の最適化が求められ、あらゆるアイデアを迅速に試す環境が必要になります。そこで次のアイデアを最初のアイデアとして方針の柱とします。

- 部品設計やシミュレーションは CINEMA 4D を使用します。
3D 仮想空間でのシミュレーションが容易で、イメージ確認用映像等の作成に設計データをシームレスに利用することができます。
- 略全ての部品を熱溶解積層方式の 3D プリンターで作成できるように設計します。
作成する部品の形状の制限が少なく、軽量化に有利な中空構造を容易に実現できます。
- 等身大の半分（体積は $1/8$ ）のサイズのプロトタイプを先行して開発します。
材料費と 3D プリンターの出力時間が約 $1/8$ になります。
- 既に考案済みのアイデアや開発済みのハード・ソフトウェアを利用する。
- 上記の方針に固執しすぎることがないようにする。（方針転換も一つのアイデアとする。）

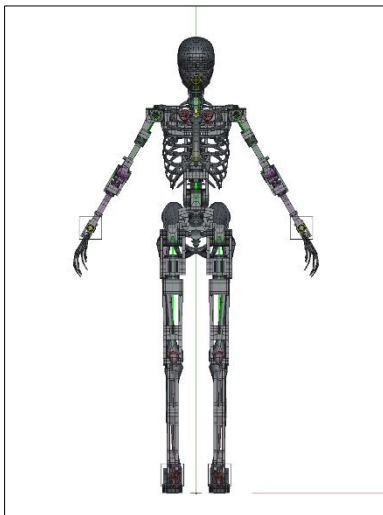
開発済みのハード・ソフトウェアと考案済みのアイデア

- IK (Cyclic-Coordinate-Descent 法) 演算ソフトウェア (プロトタイプ)
- 順動力学演算における計算上のトルクと慣性の平均化 (案)
- アクチュエータの構想 (2 案)
- 汎用 AI の構想 (案)
- 原始機能 (学習なしで動作可能) の構想 (案)
- 人/ロボット間インターフェース用の日本語ベースの原始言語の構想 (案)
- 人体 3D モデル (UV 展開、ジョイント&ウェイト設定済み)

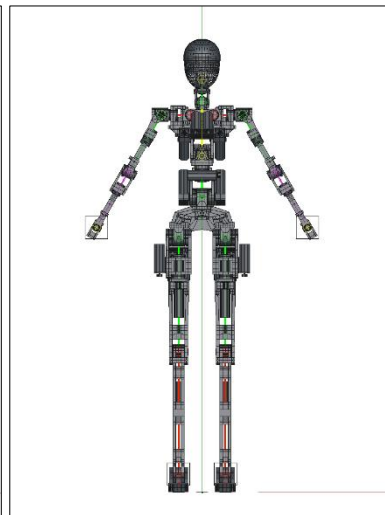
● オリジン プロトタイプ の 3D モデル と 実機体



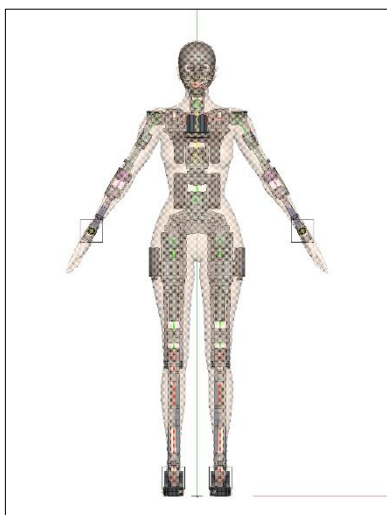
フレームのみ



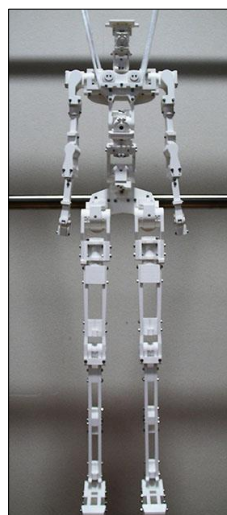
フレーム+人体骨格の合成



フレーム+駆動系の合成



フレーム+駆動系+人体の合成



実機体 (フレームのみ)

仕様決定の為の必須条件と優先順位

- 安全であること。
- 軽量であること。
- 安価であること。
- 単純・明瞭な構造であること。
- 強度が十分であること。

上記の条件を満たすことがどうしても困難な場合は、その部位や理由等を記録管理して将来改善ができるようにします。

開発の順序

オリジンの開発（調査・実験を含む）は3フェーズに分割したプロジェクトで進めます。

表 6-1 オリジン開発プロジェクト

フェーズ	プロジェクト名	開発・調査・実験の概略
1	オリジン プロトタイプ	運動学演算ソフトウェアの設計・製作 順動力学演算ソフトウェアの設計・製作（STEP 1：両端 3+3 軸単リンクで片端が固定状態） 3D モデリング技術の習得 3D プリント技術の習得 プロトタイプ機体の設計・製作（PLA 樹脂、手首より先と外装は未実装） アクチュエータ・エンコーダ動作実験（股関節 H 軸で実施） モーション センサ（加速度、ジャイロ、コンパス）動作確認 圧力センサ + ADC 動作確認
2	オリジン	機体の設計・製作（ABS 樹脂） 手を除く全ての関節にアクチュエータ・エンコーダを実装 外装を実装 体位覚用センサを実装 平衡感覚用センサを実装 原始機能の設計・製作・評価 運動学演算（プロトタイプで設計・製作したものを組み込む） 順動力学演算ソフトウェアの設計・製作 逆動力学演算ソフトウェアの設計・製作 基本姿勢・基本運動制御 二足歩行制御（平坦で障害物のない環境） 無線通信によるリモート制御
3	オリジン+	機体の設計・製作（ABS 樹脂） 手の実装 視覚用カメラの実装 聴覚用マイクの実装 音声発声用スピーカーの実装 原始機能の設計・製作・評価 視覚による目標検索・分離 視覚による基礎パターン認識 聴覚による日本語ベースの原始言語の読解力 日本語ベースの原始言語の発声

7. 要件

表 7-1 から表 7-12 にオリジン（開発）の要件を示します。但し、体格値や性能値は暫定値です。（表 7-1 から表 7-4 の番号と項目名は AIST/HQL 人体寸法・形状データベース 2003 の記載と同一です。表 7-5 と表 7-6 の番号と項目名は日本人 人体寸法データベース 1997-98 の記載と同一です。）

体格

表 7-1 オリジンの体格（体重/高径）

番号	項目		規格	単位
	和名	英名		
1	体重	Weight	36.8	kg
2	身長	Height	162.0	cm
3	頸椎高	Cervicale height	139.5	cm
5	肩峰高	Acromiale height	136.7	cm
8	乳頭高	Bust height	123.6	cm
9	UB 高	Under Bust height	115.8	cm
10	最小胴囲高	Height of waist circumference	108.0	cm
11	後ウエスト高	Waist belt height, posterior	106.7	cm
12	横ウエスト高	Waist belt height, side	106.0	cm
13	前ウエスト高	Waist belt height, anterior	105.5	cm
15	腸骨稜点高	Iliocristale height	101.8	cm
16	転子外突高	Trochanterion laterale height	88.7	cm
17	殿突高	Buttock height	93.3	cm
18	殿溝高	Gluteal furrow height	85.0	cm
19	股下高	Crotch height	83.2	cm
20	大腿最大囲高	Height of thigh circumference	80.2	cm
21	膝蓋骨中央高	Mid-patellar height	50.0	cm
22	下腿最大囲高	Height of calf circumference	35.7	cm

表 7-2 オリジンの体格（2点間距離）

番号	項目		規格	単位
	和名	英名		
23	上肢長	Upper limb length	64.8	cm
24	上腕長	Upper arm length	25.6(23.6+2.0)	cm
25	前腕長	Forearm length	22.7	cm
26	頸付根幅	Neck root breadth	11.0	cm
27	前腋窩幅	Inter anterior axills breadth	27.0	cm
28	後腋窩幅	Inter posterior axills breadth	29.8	cm

表 7-3 オリジンの体格（横径）

番号	項目		規格	単位
	和名	英名		
29	胸部横径	Chest breadth	26.1	cm
30	下胸部横径	Lower chest breadth	22.6	cm
31	最小胴囲幅	Waist breadth	19.4	cm
32	横ウエスト幅	Waist breadth	21.9	cm
33	腹部突出点位横径	Abdominal extension breadth	27.1	cm
34	臀突位横径	Hip breadth at buttock protrusion	32.4	cm
35	大転子間幅	Bitrochanteric breadth	33.3	cm
36	殿幅	Hip breadth	34.2	cm
37	大腿囲位置横径	Thigh breadth	16.0	cm
38	膝幅	Knee breadth	8.8	cm
39	下腿最大幅	Maximum lower leg breadth	8.8	cm
40	下腿最小幅	Minimum lower leg breadth	4.5	cm

表 7-4 オリジンの体格 (厚径)

番号	項目		規格	単位
	和名	英名		
48	前後腋窩厚 (腕付根線の最大前後径)	Scye depth	9.7	cm
49	腕付け根の厚さ (前腋窩のレベルにおける水平 前後径)	Scye depth at anterior axilla point	9.8	cm
41	胸部厚径	Chest depth	21.4	cm
42	UB位置厚径	Chest depth at under bust	17.6	cm
44	胴部厚径	Waist depth	14.9	cm
43	横ウエスト厚	Waist depth (waist belt)	15.4	cm
45	腹部厚径 (最前方突出位)	Abdominal extension depth	17.2	cm
46	殿部厚径 (転子外突点位)	Buttock depth at great trochanter	18.9	cm
47	殿部厚径 (殿突位)	Buttock depth	19.1	cm
50	大腿最大囲位置厚径	Thigh depth	15.8	cm
51	膝蓋中央点位置厚径	Knee depth	10.3	cm
52	下腿最大囲位置厚径	Maximum lower leg depth	10.2	cm
53	下腿最小囲位置厚径	Minimum lower leg depth	6.4	cm

表 7-5 オリジンの体格 (手)

番号	項目		規格	単位
	和名	英名		
#80	手幅	Hand thickness	7.2	cm
#81	手長 (手首の皺から)	Hand length from crease	16.5	cm
#83	手厚	Hand thickness	2.5	cm

表 7-6 オリジンの体格 (足)

番号	項目		規格	単位
	和名	英名		
#77	足長 (間接)	Foot length	24.0	cm
#86	内不踏長 (間接)	Instep length	17.0	cm
#74	外不踏長 (間接)	Fibular instep length	17.0	cm
#68	ボール幅 (間接)	Ball breadth	8.5	cm
#75	足幅、斜 (間接)	Foot breadth	—	cm
#84	踵幅 (間接)	Heel breadth	6.8	cm
#90	内果高	Medial malleolus height	6.9	cm
#88	外果高	Lateral malleolus height	6.9	cm
#96	第1指側角度	Toe I angle	10.0	度
#87	第5指側角度	Toe V angle	10.0	度

材質

表 7-7 オリジンの材質

項目	材料
骨格	ABS樹脂 (塗装/メッキの可能性あり、ポリカーボネートの可能性あり)
各種ステー	ABS樹脂 (アルミニウム/ステンレスの可能性あり)
駆動伝達部品	T.B.D (秘)
駆動テンション アジャスター	ステンレス
外装	ABS樹脂 (塗装/メッキの可能性あり)
ボルト/ワッシャー/ナット	ステンレス

防塵・防水

対策を施さない。

駆動系

表 7-8 オリジンの駆動系（手を除く）

部位区分 総自由度 (42-11)	部位		駆動範囲 (度)	方式	最終出力	
					最大 トルク Nm	最大 回転数 rpm
頸部 自由度 6	頭	H	左右側屈：±25.0	独立駆動*1	2.99	10.61
		P	前屈：25.0/後屈：35.0	独立駆動*1	2.99	10.61
		B	左右回旋：±30.0	独立駆動*1	2.06	10.61
	首	H	左右側屈：±50.0	独立駆動*1	4.74	10.61
		P	前屈：40.0/後屈：30.0	独立駆動*1	4.74	10.61
		B	左右回旋：±35.0	独立駆動*1	2.06	10.61
腕部 自由度 7	肩内側	H	前方：26.0/後方：17.0	0.0度で固定	—	—
		P	上方：50.0/下方：2.0	0.0度で固定	—	—
	肩外側	H	前方挙上：140.0 後方挙上：80.0	独立駆動*1	17.54	42.06
		P	外転：140.0/内転：30.0	独立駆動*1	17.54	42.06
	肘	B	外旋：80.0/内旋：95.0	独立駆動*1	8.76	25.71
		H	屈曲：140度/伸展：5.0	独立駆動*1	6.70	25.71
胴部 自由度 6	胸	B	外内回旋：±90.0	独立駆動*1	3.02	53.05
		H	左右側屈：±25.0	独立駆動*1	16.43	37.89
		P	前後屈曲：±35.0	独立駆動*1	38.89	37.89
	腰	B	左右回旋：±15.0	0.0度で固定	—	—
		H	左右側屈：±40.0	独立駆動*1	86.19	41.88
		P	前屈：75.0/後屈：35.0	独立駆動*1	95.09	41.88
脚 自由度 8	股	B	左右回旋：±45.0(30.0)	独立駆動*1	64.25	26.53
		H	屈曲（前方）：115.0 伸展（後方）：35.0	独立駆動*1	111.4	42.06
		P	外転：90.0/内転：20.0	独立駆動*1	111.4	42.06
	膝	B	外内回旋：±75.0	独立駆動*1	65.21	37.14
		H	伸展：2.0/屈曲：155.0	独立駆動*1	113.92	57.87
	足	B	外旋：15.0/内旋：35.0	0.0度で固定	—	—
		H	背屈：45.0/底屈：70.0	独立駆動*1	91.06	46.30
		つま先	H	伸展：90.0/屈曲：45.0	0.0度で固定	—
PE	外内回旋：±30.0		0.0度で固定	—	—	

*1 使用するモータは必要トルクと回転速度を元にブラシ付き DC モータを選定する。(型式は TBD)
 モータ ドライバは必要な電圧と電流を元に選定する。(TB67H303HG、TB67H450FNG 等)
 減速機は波動ギア方式とする。(自作も検討する)
 駆動伝達はアウター付きのワイヤー、又はボール チェーンを使用する。

表 7-9 オリジンの駆動系 (手)

部位区分 総自由度 23(18)×2	関節	駆動範囲 (度)	方式	最終出力	
				最大 トルク Nm	最大 回転数 rpm
手根	H	背屈：80.0/掌屈：70.0	独立駆動*1	0.79	32.15
	P	橈屈：20.0/尺屈：20.0	独立駆動*1	0.79	32.15
	E(傾き)	T.B.D	T.B.D	T.B.D	T.B.D
第1指	第1	H	伸展：26.0/屈曲：40.0	0.0度で固定	-
		P	背側：20.0/掌側：20.0		
	第2	P	伸展：15.0/屈曲：65.0		
第3	P	伸展：20.0/屈曲：90.0			
第2指	第1	H	1指側：18.0/5指側：12.0	0.0度で固定	-
		P	伸展：50.0/屈曲：90.0		
	第2	P	伸展：12.0/屈曲：105.0		
第3	P	伸展：20.0/屈曲：90.0			
第3指	第1	H	1指側：12.0/5指側：12.0	0.0度で固定	-
		P	伸展：50.0/屈曲：90.0		
	第2	P	伸展：12.0/屈曲：105.0		
第3	P	伸展：20.0/屈曲：90.0			
第4指	第1	H	1指側：12.0/5指側：12.0	0.0度で固定	-
		P	伸展：50.0/屈曲：90.0		
	第2	P	伸展：12.0/屈曲：105.0		
第3	P	伸展：20.0/屈曲：90.0			
第5指	第1	H	1指側：12.0/5指側：18.0	0.0度で固定	-
		P	伸展：50.0/屈曲：90.0		
	第2	P	伸展：12.0/屈曲：105.0		
第3	P	伸展：20.0/屈曲：90.0			

*1 使用するモータは必要トルクと回転速度を元にブラシ付き DC モータを選定する。(型式は TBD)
 モータ ドライバは必要な電圧と電流を元に選定する。(TB67H410NG, TB67H452FTG 等)
 減速機はウォームギア方式とする。(直線移動に変換)
 駆動伝達はワイヤーとバンドを使用する。

感覚系

表 7-10 オリジンの感覚系

項目	実装部位	方式
位置覚	各関節	磁気式回転角度センサー(AK7454/AS5147 相当品) 抵抗式ポジションセンサ(RDC50 相当品)
体位覚	骨盤	モーション センサ(加速度/ジャイロ/磁気コンパス 計 9 軸) (ICM-20948 相当品)
平衡感覚	頭部	モーション センサ(加速度/ジャイロ/磁気コンパス 計 9 軸) (ICM-20948 相当品)
力覚	T.B.D (足の裏、その他)	感圧センサ(Interlink Electronics FSR400 相当品)*1
視覚	頭部	Raspberry Pi HQ Camera 相当品×2
聴覚	頭部	USB マイク×2
触覚	T.B.D	感圧センサ(Interlink Electronics FSR400 相当品)*1
温覚	T.B.D	温度センサ(BME280/LM61CIZ/MCP9700 相当品)*1

*1 MPU 内部の ADC のチャンネルが不足の場合は、SPI 4Mz 以上で動作する ADC 1ch/4ch/8ch/16ch を必要に応じて使用する。

制御・管理系

表 7-11 オリジンの制御・管理系

区分	対象	規格	制御・管理内容
思考・感情統合	感情 思考 意志 記憶	型番：Raspberry Pi 4 Model B 4Core Cortex-A72 1.5GHz 8GB LPDDR4-3200 SDRAM 必須インターフェース 802.11.b/g/n/ac wireless LAN USB 3.0×2 (#0:SSD/#1:1G Ethernet) 1G Ethernet	モード管理 (原始/通常/保守) 感情制御 思考制御 意志制御 行動制御 (運動系と連動) 無線通信によるリモート制御 記憶管理
運動統合	全身	型番：思考・感情統合と同じ 必須インターフェース 802.11.b/g/n/ac wireless LAN USB 3.0×2 (#0:SSD/#1:1G Ethernet) 1G Ethernet SPI×2	姿勢制御 運動シーケンス制御 全軸位置管理 体位管理 平衡管理 衝突・接触・外力管理 温度管理
節編成統合	脊柱	型番：Raspberry Pi 4 Model B 4Core Cortex-A72 1.5GHz 4GB LPDDR4-3200 SDRAM 必須インターフェース USB 3.0×1(#0:Flush Mem) 1G Ethernet SPI×4	4節(12軸)制御と状態管理
	腕 (右・左別)	同上	4節(9軸)制御と状態管理
	脚 (右・左別)	同上	4節(8軸)制御と状態管理 接地状況管理
指編成統合	手 (右・左別)	型番：節編成統合と同じ 必須インターフェース USB 3.0×1(#0:Flush Mem) 1G Ethernet SPI×5	手根と5指の制御と状態管理 手根 2軸制御 (開閉と傾き) 1指 2+(1+1)軸指制御と4軸状態管理 2~5指 1+(1+1)軸指制御と3軸状態管理
関節	胴体 四肢	型番：Raspberry Pi Pico 相当品 2Core Cortex M0+ 133MHz 264KB of SRAM 2MB Flash memory 必須インターフェース SPI×2(Master/Slave) 12-Bit ADC×3(最大) (500/166.6ksps) PWM×3(最大)/DO×6(最大)	3軸制御と状態管理
指	手	型番：関節と同じ 必須インターフェース SPI×2(Master/Slave) 12-Bit ADC×3(最大) (500/166.6ksps) PWM×4(最大)/DO×8(最大)	2+(1+1)又は1+(1+1)軸制御と状態管理
視覚・聴覚・ 発声	両眼 両耳	型番：Compute Module 4 4Core Cortex-A72 1.5GHz 8GB LPDDR4-3200 SDRAM 必須インターフェース 802.11.b/g/n/ac wireless LAN HDMI/Audio CSI-2×2(カメラ入力) USB3×1(#0:SSD) USB2×2(マイク入力) 1G Ether SPI×2 PWM×2/DO×4	目標分離 目標座標推定 顔認識
			音素分解 音素配列データ化 語/句/節特定 (日本語ベースの原始言語)

デバッグ・モニター系

表 7-12 オリジンのデバッグ・モニター系

区分	方式	機能
思考・感情 統合	wireless LAN 出力	モード情報出力 行動制御情報出力
運動統合	wireless LAN 出力	姿勢制御情報出力 運動シーケンス制御情報出力 全軸位置情報出力 全動力状態情報出力 体位情報出力 平衡情報出力 衝突・接触・外力情報出力 温度情報出力 その他ログ情報出力
視覚	HDMI 出力 wireless LAN 出力	画像情報出力 (カメラ入力画像+目標、目標座標、顔認識情報出力) その他ログ情報出力
聴覚・発声	wireless LAN 出力	音声情報出力 (WAV ファイル形式) 文 (音素/語/句/節) 情報出力 (テキスト形式) その他ログ情報出力

8. 体制

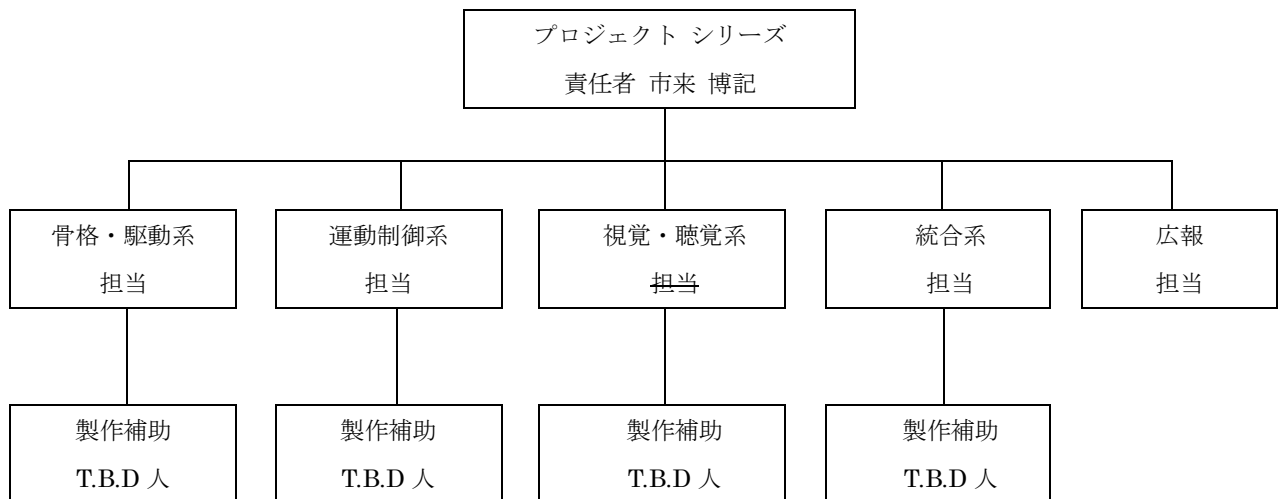


図 8-1 開発人員体制図

10. 予算

2023年12月迄の作業（オリジンの開発）に関する予算

非公開

2024年1月以降の作業（マーキュリー以降の開発）に関する予算

非公開

11. 問題点

現時点（2019年3月）で承知している問題点と対策を表11-1に示します。

表 11-1 オリジン開発における問題点

区分	内容	対策
プロトタイプの場合	関節駆動輪の径が小さい。	オリジンの設計で変更する。 (全体的にプロトタイプの1.66×2倍程度とする。)
	膝関節の位置を後方に移動した方がよい。(アクチュエータと大腿部の干渉を軽減できる。)	オリジンの設計で修正する。
MPU ボード	SPIのクロックは4Mzを想定しているが、通信のケーブルが長くなる所があるかも知れない。	シールド付きのカテゴリ5eなどのLANケーブルを使用。(通信に支障がないかどうかの確認が必要) LTC6820(1MHz)を挿入すれば通信は可能となるが、クロック周波数が1MHzまでとなる。

12. おわりに

現時点（2019年3月）でオリジン プロトタイプの機体（骨格）は完成していますが、その設計と製作の過程で一番大変だった事は、理想と現実の妥協点を見つける事でした。恐らく今後の開発においても、その作業が最も難しい作業になると予想されます。しかし、どのような困難があろうとオリジンが日本国を愛する全ての国民の助けとして活躍できるようになるまで諦めることなく、絶対に完成させる所存であります。

ニューラルソフト有限公司

改定履歴	改 定 内 容	検 認	照 査	作 成
初期作成 19/3/31		—	—	市来 博記
B 21/4/15	<p>表 7-8 に以下の軸を追加した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 肩内側の H 軸 ・ 膝の B 軸 ・ つま先の PE 軸 (拡張 P 軸) <p>表 7-8 に以下の軸を削除した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 足の B 軸 <p>表 7-8 と表 7-9 の運動方向の用語を修正した。</p>	—	—	市来 博記
C 21/9/30	<p>現在までの開発作業の成果に合わせて、以下の項目を変更・修正した。</p> <p>表 6-1 フェーズ 3 (オリジン+) と追加した。(視覚・聴覚の開発は全てマーキュリー プロジェクトで行うとしていた。)</p> <p>表 7-8 と表 7-9 方式の注記を追加した。(変更前は非公開)</p> <p>表 7-10 センサ、カメラ、ADC 等の型式を追記した。</p> <p>表 7-11 MPU ボード構成を変更した。 規格の欄に MPU ボードの具体名を追記した。</p> <p>10 章の 2023 年 12 月迄の作業 (オリジンの開発) に関する予算を修正した。</p> <p>表 11-1 既に解決済みの問題点を削除して、現在ある問題点 (SPI 通信距離) を追記した。</p>	—	—	市来 博記
D 21/12/25	<p>文書ファイルのプロパティを設定した。</p>	—	—	市来 博記
E 21/4/30	<p>表紙のフォーマットを変更した。</p> <p>管理番号を採番した。(000-00-00-0000 は管理上の正式な番号)</p> <p>表 7-11 と表 7-12 の内容を現在の計画に合わせて修正した。</p>	—	—	市来 博記