

CRCニュース

産学連携共同研究センター

Collaborative Research Center NEWS No.20



情報機械システム学科
西堀賢司教授

大同工大におけるロボットの研究と教育

世界で稼働している産業用ロボット約74万台のうち、その半分以上の約40万台が日本で働いています。日本では世界一の産業用ロボット稼働国で、2位のアメリカの約9万台を大きく引き離しています。日本のロボット産業はバブル経済崩壊後に一時低迷しましたが、2000年には生産額6600億円と過去最高になりました。この額は決して大きくはありませんが、メカトロニクス産業の一部として捉えれば、今後の期待がもたれます。

(社)日本ロボット工業会の予測では、産業用ロボット以外のパーソナルロボットの需要は2010年には約1兆円を超え、21世紀末までには自動車産業並に達すると見込まれています。これらの予測は、ホンダが2000年11月に発表した最新型の2足歩行ロボット「アシモ(ASIMO:Advanced Step in Innovative Mobility)」や、ペットロボットまたはエンターテインメントロボットとも呼ばれるソニーの子犬型の「AIBO」の出現によって現実味が出てきました。前者が世界で初めて自分で歩き出したヒューマノイド(人間型)ロボットであるならば、後者のアイボは世界で初めて一般消費者の手に渡ったロボットとして、家庭で人とロボットが共生する時代の扉を開けたとも言えます。

以上のような企業による華々しい製品化に対し、大学ではロボットに関する基礎研究を重点に行っています。今回は、本学情報機械システム工学科の3研究室(西堀研究室、藤井研究室、大嶋研究室)で行っているロボット関連の研究を紹介します。最近、日本ロボット工業会のホームページ(<http://www.jara.jp>)で全国のロボット研究室が紹介され、私どもの研究室も紹介されています。ただし、大同工業大学が地域別では中部地区ではなく近畿地区に入っており、訂正を依頼しておきました(残念!)。本学の他にこの地区の私大では東海大学、金沢工大、豊田工大の名は見られますが、名城大学、愛工大、中部大の名は出ていません(2002年1月末現在)。

ロボット大国日本を支える裾野は広く、創造性を養うロボットコンテストの競技会が全国で繰り広げられています。本学からも研究室単位でアイデアを競うロボットコンテストに参加しています。最近では日本機械学会主催の第3回ロボットグランプリ(1999年)で私の卒研生2人が挑戦し、横浜までの分解輸送で調整が崩れたものの娯楽賞(幻のグランプリと称された)をもらいました。2001年の第5回ロボットグランプリでは晴れて第3位に入賞しました。空中ブランコを4度渡りきるもので、歯車やカムを使わずにロボットによる位置エネルギーの伝達を利用した独創性とダイナミックさが受賞に結びつきました。その内容も今回紹介します。

2000年の第4回は大嶋研究室が特別賞をもらっています。情報機械システム工学科では、来年度からの授業「創造設計製作実習」でレゴ・マインドストームを用いたロボットの製作と競技会を行います。良い教育効果を期待しています。

INDEX

CRCニュース・20号 目次 『ロボット』特集号

大同工大におけるロボットの研究と教育

情報機械システム工学科 西堀 賢司教授

社会人の明日を拓く大同工業大学

大嶋和彦助教授

「圧電アクチュエータのセルフセンシング・アクチュエーションに関する研究」

藤井省三教授

「PID制御動作の自動調整とDDロボットへの適用」

西堀賢司教授

「ロボティクス・メカトロニクスラボ」

CRCからのお知らせ

第5回ロボットグランプリからくりロボット競技会

「蘭目(くじめ)和也君」3位入賞

第18回 JIA東海支部建築設計競技 岩田光洋君「銅賞」受賞

中央職業能力開発協会から感謝状を受ける

大同工業大学客員助教授 CGデザイナー 横山弥生

CGの世界最大の祭典「SIGGRAPH 2001ART SHOW」

(USA)に入選

「いつか どんぐりの木が」が文化財推薦作品を受けました

中部地方発明表彰「特許庁長官奨励賞」受賞

「2001年度 第2回宇宙材料フォーラム講演会」のご案内

共同実験室および産学交流室のご利用について

社会人の明日を拓く大同工業大学

急激な経済情勢の変化にともなって産業界は、業務転換や厳しい合理化が余儀なくされており、職業人個人(技術者)にとって、新たな分野・技術を身につける必要性が高まっています。口

本学では、地元産業界の支援によって設立した経緯から、開学以来、企業人を対象にした学びやすい環境を構築しました。

「大幅な学費の軽減」

学部:社会人コースの入学者は、授業料及び施設協力費は、フレックスコース(一般学生)の半額(4年次迄、5年次以降は、履修科目1単位当たり2万円)です。大学院(修士課程・博士課程):国立大学の授業料並です。

願書請求・問合せ先 大同工業大学社会交流センター / TEL.052(612)6193 FAX.052(612)5623

業務メニュー

共同研究・受託研究・奨学寄付金・研究助成金・共同実験室・技術相談・受託試験・インターンシップ・人材育成・知的財産管理

大嶋和彦助教授

「圧電アクチュエータのセルフセンシング・アクチュエーションに関する研究」



圧電素子は、機械的構造が単純で即応性に優れ、電気/機械エネルギー変換率が高いなどの優れた性質を利用して、アクチュエータもしくはセンサとして広く利用されています。

ここで、アクチュエータとしては電圧を与えるとひずみを生じるという逆圧電効果、センサとしてはひずみを与えると電圧を発生するという正圧電効果を用いるわけですが、単一の圧電素子で両効果を同時に利用することにより、圧電アクチュエータにセンサの機能を付与して、外部センサなしでセンサ-アクチュエータの制御システムを構築しようとする試みが Self-Sensing Actuation (SSA) です。

SSAでは単一の圧電素子内に駆動電圧とひずみ電圧が混在するので、圧電素子をその一要素とするブリッジ回路によって、センサ信号であるひずみ電圧を抽出します。(図1)

その原理の詳細は割愛しますが、センサとアクチュエータが一体化されていることにより、SSAには以下の4つの特長が内包されます。

- 制御面：センサ-アクチュエータ間の伝達特性が存在しない共配置が実現できる。
- 経済面：外部センサが不用
- 構造面：制御システムの小型・軽量化

安全面：センサのみ故障することがないためセンサ異常による事故が回避できる。

SSAの応用に関する研究は、対象の規模により現在2つの方向で行っています。その1つはビッグサイズ化で、ビルなどの大型建造物の基礎に圧電アクチュエータを埋め込み、これをSSAとして用いることにより、センサレス防振制御システムを実現する試みです。(図2)

研究室でのスケールモデルによる実験では図3に示すように、無制御時に比較して飛躍的に、また外部センサを用いた場合とほぼ同等の振動抑制効果が得られることを確認しています。

もう1つの方向はスモールサイズ化で、微小な対象物を把持するグリッパにSSAのアイデアを適用したものです。

図4に示すグリッパは2枚のバイモルフ型圧電アクチュエータを対向させたものですが、SSA化により単に物を把持するだけでなく、把持する力をも検知し制御することが可能となります。手先に力センサを取り付ける必要がないために、このようなスモールサイズのデバイスに対してはSSAがもたらす小型軽量化の恩恵は絶大で、ロボットの指先の制御への応用に期待が持たます。

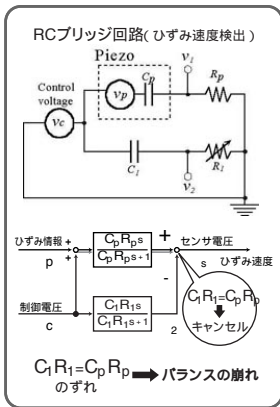


図1

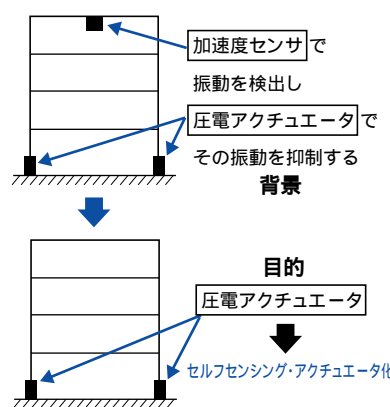


図2

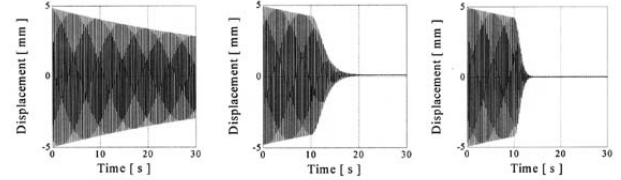


図3

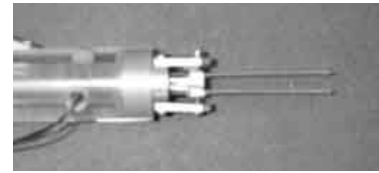


図4

藤井省三教授

「PID制御動作の自動調整とDDロボットへの適用」



PID制御動作のゲイン定数(比例定数、積分定数、微分定数)を自動調整する方法を研究している。プラントやサーボ機構の制御は、現在でも90数%はPID制御動作を行っている。PID制御動作が分かり易いこと、また長年使用されてきたことにより現場の技術者にとって、なじみの深いもので、ゲイン定数の変化による制御系の挙動を直感的に理解しやすいことによる。しかしながら、PID制御動作のゲイン定数を最適に手動で調整するには、かなりの試行錯誤が必要である。また、制御対象の動作条件が変化する時には、ゲイン定数をその都度再調整する必要がある。そのためにゲイン定数の自動調整を行うことが強く望まれ、これまで種々の調整法が検討されてきた。

本研究では、ニューラルネットワークと適応極配置制御法を併用する調整法を提案し、2自由度のDD(ダイレクト・ドライブ)ロボットへ適用して、非常に有効であることを示す。まず、それぞれのリンクに対して、制御対象の特性パラメータを同定し、それらのパラメータを用いて、望ましい応答特性を持つ制御系の極を指定するPID制御動作のゲイン定数を求めて、各リンクに対して、独立に適応PID制御系を2つ作る。次に、2つのリンク全体に対して、1つのニューラルネットワークを用いて、それぞれの適応PID制御のゲイン定数を補正する。これは、設

計に考慮していないロボットの非線形性やDDロボットで強いリンク間の干渉部分を補償するためである。図1に実験に用いた2自由度のDDロボットにおけるリンクの軌道パターンを示す。(1)はニューラルネットワークの学習と学習後の実験に用いた軌道パターンを示し、(2)は学習に用いた軌道パターンとは異なる実験に用いたリンクの軌道パターンを示す。

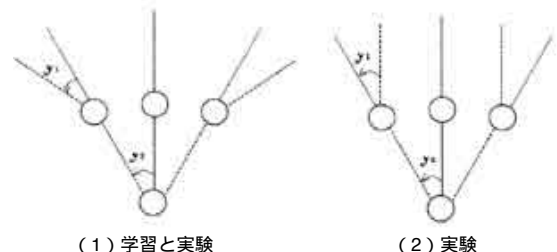


図1. 2自由度のDDロボットにおけるリンクの2種類の軌道パターン

図2は、実験 に対する適応PID制御だけを用いた場合の実験結果である。非線形性やリンク間の干渉を考慮していないため関節角 y_2 の制御結果は良くない。

図3は実験 に対して、ここで提案した方法を用いた場合の実験結果であり、制御結果は非常に良くなっている。

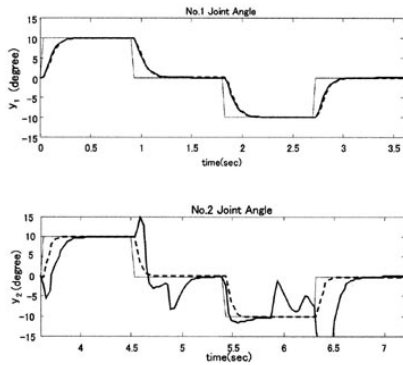


図2. 実験 の軌道パターンに対する、適応PID制御だけを用いた場合の実験結果 (破線は目標軌道)

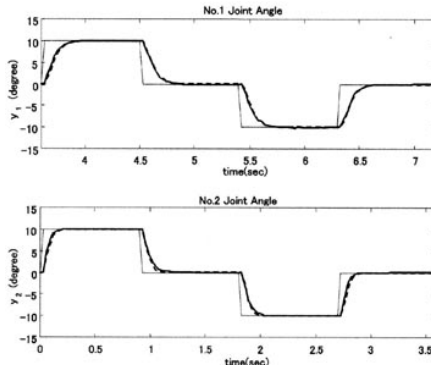


図3. 実験 の軌道パターンに対する、ニューラルネットワークと併合した適応PID制御を用いた場合の実験結果

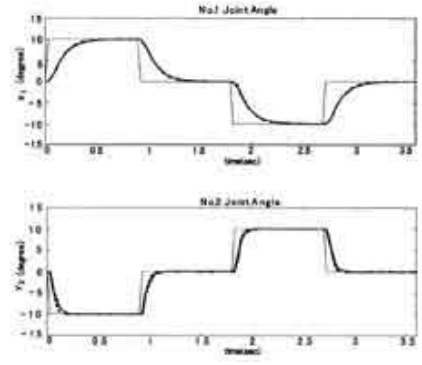


図4. 実験 の軌道パターンに対する、ニューラルネットワークと併合した適応PID制御を用いた場合の実験結果

西掘賢司教授

「ロボティクス・メカトロクスラボ」

西掘研究室では、従来の電磁式モータとは異なる超音波モータや独自に開発した磁性流体アクチュエータを用いたロボットアームやハンドの制御、触覚センサ付ロボットハンドなどの研究・開発を行っています。これらはロボットにおける要素技術となっています。

1. 超音波モータを3本指にもつ高性能ロボットハンドの開発

ロボットハンドの機能として、円柱状物体をつかんでその軸りに回転させる動作は、ピストンとシリンダなど軸部品のはめ合い時に回転させると容易であるほか宇宙空間におけるトラス構造物や配管の組立などに応用されます。また、宇宙空間に重量物を打ち上げるには莫大な費用を要するため、宇宙用ロボットは軽量であることが望まれます。しかし、従来の巻線式の電磁式モータを用いると、ロボットは重くなる欠点もっています。さらに真空中の宇宙では潤滑剤は蒸気圧により飛散するため、可動部の少ない簡単な機構が望まれます。

超音波モータは圧電素子を利用した摩擦駆動形で小型・軽量、構造が簡単、低速で高トルク(ダイレクトドライブが可能で減速ギヤが不要)、応答性が速いなどの特徴をもつ新しいモータです。本研究では、図1のようにロボットハンドに3個の超音波振動子を装着し、これを3本指として円柱状物体を把持したときに指自体が振動片形超音波モータとなるように考案しました。これまでに超音波モータの指と円柱状物体との取付け角度および圧着力が回転駆動力に及ぼす影響を実験的に明らかにしました。そして、超音波モータを3本指にもつハンドを試作してアームロボットに装着し、図2のように円柱状物体をつかんで回す動作を確認しました。その際、円柱状物体を適切な把持力で持つと、最大の回転数を得ることが明らかになりました。現在はさらに改良を加え、進行波形超音波モータを用いて把持力の制御を行っています。

2. 光センサを内蔵したロボットハンド用触覚センサの開発

2次元の半導体位置検出素子(PSD)を用いた円筒型のロボットハンド用触覚センサを開発することを目的としています。このセンサは内部構造を図3に示すように、高精度LED光源を固定したフレームと両端に2次元PSDをもつ外筒部分、および両者を支える弾性体リングで構成されおり、ロボットの指にかかる外力の位置、方向、大きさを同時に測定できるものです。センサの試作と実験から、十分な精度をもつことが明らかになりました。

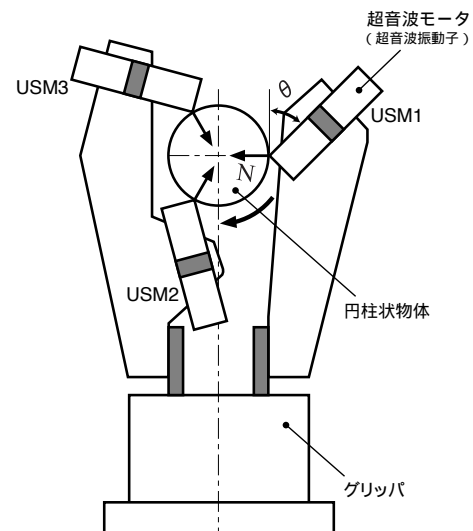


図1 超音波モータを3本の指にもつロボットハンド

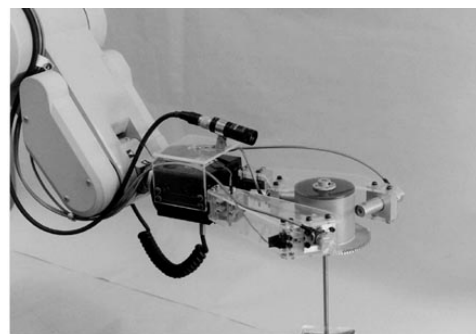


図2. 3本の指で円柱状物体をつかんで回転させる

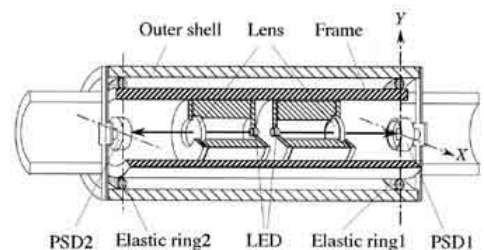


図3 ロボットハンド用触覚センサの内部構造

3. 磁性流体アクチュエータを用いたロボットアーム

図4は磁場による磁性流体の移動を利用した磁性流体アクチュエータの動作原理を示します。特許を取得したこの機構を用いてロボットアームを試作し、減速機を用いずに磁性流体の粘性摩擦でトルクを伝達することにより生命に優しいロボットのためのアクチュエータとして、その有効性と操作性について研究しています。伝達トルクの制御方式としてDCモータの駆動にPWM方式を用い、温度などの外乱に対して簡略化推論法を用いたファジィ制御やニューラルネットワークを行って医療や福祉の現場での実用化を目指しています。

以上の研究成果は毎年春の日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会や秋の日本ロボット学会で発表し、論文集にも掲載されています。

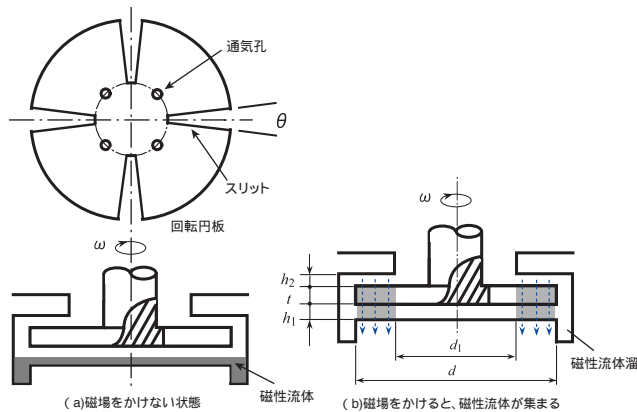


図4 磁場のON-OFFによる磁性流体の移動

●●CRCからのお知らせ●●

第5回ロボットグランプリからくりロボット競技会 「目くじめ」和也君「3位入賞」

主催 / 社団法人 日本機械学会



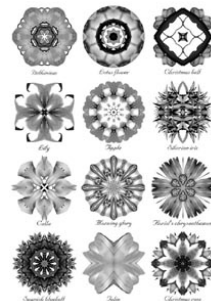
西堀 賢司 教授(左)
蘭目 和也 君(右)

大同工業大学客員助教授 CGデザイナー 横山弥生 CGの世界最大の祭典 「SIGGRAPH 2001ART SHOW」(USA) に入選

University of Saint Francis (USA) で開催される「Computer Art International」に招待出品。



横山弥生客員助教授



第18回 JIA東海支部建築設計競技 岩田光洋君 「銅賞」受賞

日本建築家協会東海支部主催、朝日新聞社後援の建築設計競技テーマ「場所の記憶」に応募した岩田光洋君(建設工学科建築学専攻4年)の作品「Agutter of nagoya (名古屋の溝) 外堀の再生」が銅賞に入選し12月1日、朝日ホール(中区栄)において表賞を受けました。



岩田 光洋 君

「いつか どんぐりの木が」が文化財推薦作品 を受けました

平成12年度公開講座「英語絵本読書会」のテキストとしても使われた「いつか どんぐりの木が」イブ・バンティング作 ロナルド・ハイムラー絵 訳者 橋本博美 の作品が文化財推薦作品を受けました。

内容は、枯れていく1本の木。幼い少女の目を通して自然を守る大切さを静かに訴える作品です。



中央職業能力開発協会から感謝状を受ける

情報機械工学科近藤助教授は、「平成13年度職業能力開発関係表彰式」が11月13日、明治記念館(東京都港区元赤坂)で行われ、三好俊吉中央職業能力開発協会会長から、感謝状を受けられました。愛知県技術検定委員として、職業能力の開発及び永年にわたって技能検定の推進と普及に寄与されて表彰を受けられました。



近藤助教授

中部地方発明表彰『特許庁長官奨励賞』受賞



11月15日、リエゾンオフィスの磯川憲二氏が、大同特殊鋼株式会社技術開発研究所の中村所長、特殊鋼研究部藤井主任研究員と、標記の賞を受けました。本発明は、自動車の等速ジョイント・ドライブシャフトやリヤアクスルシャフト等動力伝達機構に使用される『直接切削・高周波焼入鋼材』に関するもので、自動車の軽量化、コスト低減に大きく寄与しています。

「2001年度 第2回宇宙材料フォーラム講演会」 のご案内

日時 / 2002年1月31日(木) 13:00 ~ 17:00
場所 / メルパルク名古屋 カトレア(3F)
主催 / 宇宙材料フォーラム / (財)宇宙環境利用推進センター
主題 / ナノテク・材料と宇宙

共同実験室および産学交流室のご利用について

共同実験室・・・大同特殊鋼(株) 殿
産学交流室・・・愛知中小企業家同友会、
「新市場創造研究会」殿
「エントロピ」殿

お問い合わせ

大同工業大学 産学連携共同研究センター リエゾンオフィス

〒457-8530 名古屋市南区滝春町10-3 TEL(052)612-6132 FAX(052)612-5623
Eメール crc@daido-it.ac.jp ホームページ http://www.daido-it.ac.jp/

「からくりロボット競技会」で3位入賞

平成13年11月17日(土)に横浜市の横浜国際平和会議場(パシフィコ横浜)で開催された社団法人 日本機械学会 主催の第5回ロボットグランプリ「からくりロボット競技会」で3位に入賞しました。私の作品「ロボよ、わたれ!!」を紹介します。

このロボットの発想は、サーカスのブランコからイメージしたものです。図1の原理図と図2の連続写真でブランコの動きを説明します。最初、図1(a)のようにロボットを1段目のブランコに掛けると、ブランコの反対側の重りよりもロボットの方がわずかに重いのでロボットとともにブランコは動き始めます。ブランコの角度が $\theta = 90^\circ$ になると、重りがブランコの中心線からずれているため回転モーメントが大きくなります。この力によりロボットは最下点を通った後上昇します。ブランコがさらに回転し、ロボットが図1(b)の高さまで到達すると、ロボットのハンドがバーから滑り落ちる構造となっています。図2でわかるように滑り落ちる途中、ロボットの腕はバネの力で前方に曲がるため、次のブランコに飛び移ることができます。こ

の動きを4回繰り返すことで、ロボットは次々とブランコを渡っていきます。ゴールではロボットは鉄棒につかり、自分の自重で下がながら鐘を鳴らして一連の動作を終了します。

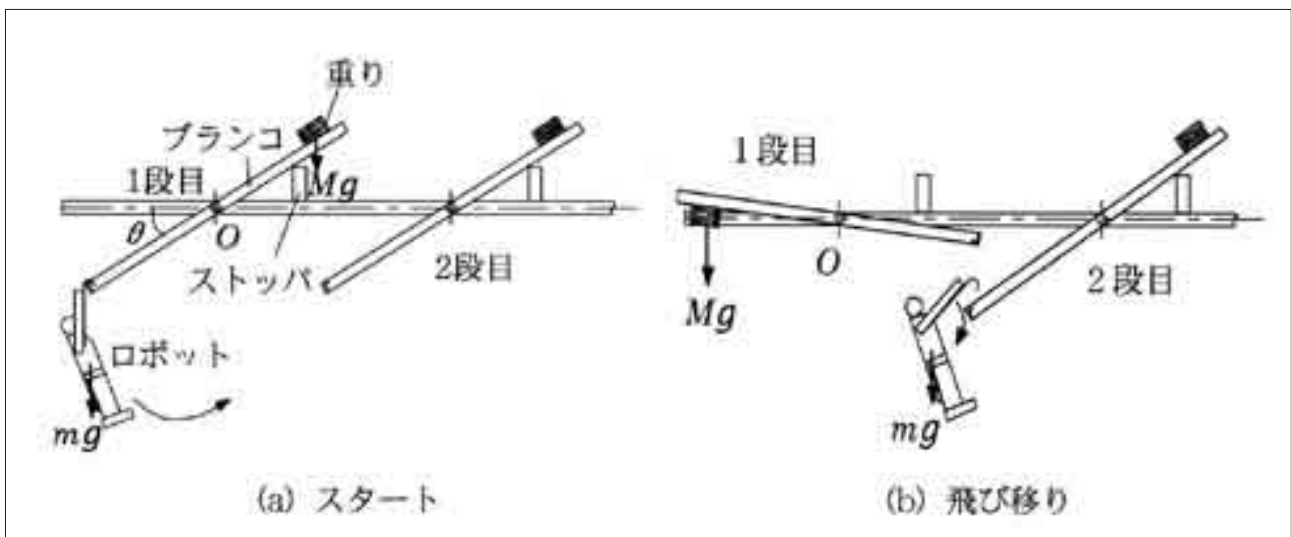


図1. ロボットがブランコを渡る原理



図2. 連続動作の写真