

掃除機 150年のイノベーション史

1800年代の産業革命の時代になると、家を清潔に保つことがますます難しくなり、モップやブラシに代わる掃除機の必要性が高まってきた。人々が都市に住むようになり、カーペットを敷くことが中流家庭でも一般的になってきた。道路には石炭燃焼の塵埃が積もり、室内の埃、汚れ、ゴミの量は対処するのが難しく、掃いたりカーペットをたたいたりする従来の掃除方法はもはや効果的でないほどになってきた。産業革命以前、カーペットは高価なもので、一般庶民には無縁のものであった。宗教的迫害を受けた新教徒の緞通職人たちが、ベルギーからイギリスのアクスミンスター（Axminster）地方や、ウィルトン（Wilton）地方へ移り住み、カーペット機械織りの基礎をつくった。1655年にウィルトンにイギリス初のカーペット織り工場が建設された。さらにデフォッセ（Defosse）が、ブリュッセル織りのループを切断する方法を開発し、1741年に最初のウィルトンカーペット織機の特許を取得した。そして1835年ウィルトンでカーペット機械織り工場が稼働を始めた。

01 初期の技術革新（1860年代～1920年代）

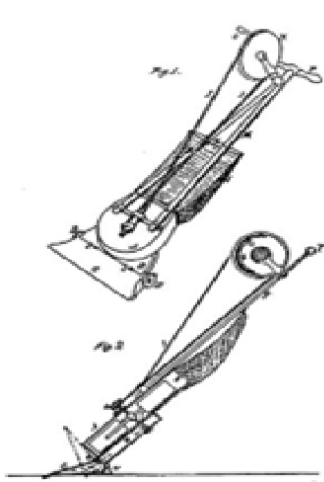
床掃除用の最初の機器は、1860年にアイオワ州のダニエル・ヘス（Daniel Hess）が発明した「カーペットスイーパー（carpet sweeper）」で、回転ブラシと吸引力を生み出すベローズ（側面がプリーツになっている柔軟で気密性のある袋で構成された装置）が付いていた。ベローズ機構が吸引力を生み出す仕組みで、おそらく手動クランクで操作すると、ベローズが伸縮し、回転ブラシで取り除かれたゴミを吸い上げる空気の流れが発生する。しかしこれを操作するには、かなりの筋力が必要だったはず。その後、1869年にシカゴの発明家アイブス・マクガッフェ（Ives McGaffey）がベルト駆動のファンを手動で動かして吸引力を生み出す「ワールウィンド（Whirlwind）」を開発した。彼の掃除機は、操作者が床を押しながら手動でクランクを回さなければならなかったため、使いにくく成功しなかった。



1860年ダニエル・ヘス

(Daniel Hess)

「カーペットスイーパー（carpet sweeper）」



1869年 アイブス・マクガッフェ

(Ives McGaffey)

「ワールウィンド（Whirlwind）」



1876年メルヴィル・ルーベン・ビッセル

(Melville Reben Bissell)

「ビッセル掃除機（Bissell sweeper）」

1876年ミシガン州のメルヴィル・ルーベン・ビッセル (Melville Reuben Bissell) は、回転ブラシ付きのカーペット スイーパーを発明、「グランドラピッズ (Grand Rapids)」として販売を開始した。この回転ブラシは、ほこりや汚れを吸い取り、スイーパーハウジング内に集める。このスイーパーは、車輪の回転によってスイーパー機構を駆動し、カーペットの毛羽の最上部からのみゴミを取り除く仕組み。残念ながら、1884年に最初の工場が火災で焼失したが、その損失を乗り越え、その後も事業を拡大した。現在も、ビッセルの掃除機は世界中で販売されており、何百万もの家庭で汚れを掃除するために使用されている。

1901年には、ロンドンのヒューバート・セシル・ブース (Hubert Cecil Booth) がガソリンエンジンで動く大型の吸引式掃除機を発明した。この掃除機は馬車で牽引され、長いホースを使って家の中のゴミを吸い取るものであった。ブースの掃除機は、吸引力を利用する点で現代の掃除機の基礎となっている。外にいる地元の人たちは、機械の側面にある特別なガラス室を通して集められた汚れやほこりの量を見ることができるようにして巧妙なマーケティング戦略がとられた。



1901年ヒューバート・セシル・ブース (Hubert Cecil Booth)

ガソリンエンジンで動く大型の吸引式掃除機

1905年、サンフランシスコのチャップマン・アンド・スキナー (Chapman and Skinner) 社から初の家庭用の電気掃除機売り出された。しかしポータブル型ではあるが重さが約 40 キロもあった。吸引力を生み出すために直径 18 インチのファンが使用されており、女性は夫に重い掃除機を移動させなければならず、家庭内での新たな共同作業が必要となった。サイズが大きく扱いにくいことから売れなかった。 1905年チャップマン・アンド・スキナー (Chapman and Skinner) The skinner Cleaner



© Earl L. Miller

1905年、バーミンガムのウォルター・グリフィス (Walter Griffiths) が手で操作する携帯型の吸引式掃除機を開発した。現代の掃除機に似た最初の装置であった。床を掃除するには、左手でふいごのような装置のレバーを前後に動かしながら、右手で現代の掃除機のようなパイプを持って塵を吸い上げる。外観は現在の掃除機に似ているが、手動掃除機で実用的ではなかった。

1905年ウォルター・グリフィス (Walter Griffiths) 手動操作の携帯型の吸引式掃除機

1907年には、清掃員を本業としていたアメリカ人発明家ジェームズ・スパングラ (James Spangler) は、喘息持ちで清掃作業をした後に頻りにアレルギーや喘息の発作を起こしていたため、日々仕事をしながら新しい掃除機のアイディアを考えていた。そして長い柄に布製フィルターと集塵袋を取り付け、回転ブラシをころが



し浮き上がらせ、電動ファンを回して吸い込む、電動ほうき型吸引掃除機を発明することになった。

いっぽう自動車の登場を受け、事業の多角化を模索していた馬具革製造業者のウィリアム・フーバー（William H. Hoover）は、妻が購入した新しいスパングラーの掃除機に、事業転換の鍵を見出した。そこで 1908 年にスパングラーの特許と事業を引き継いで、世界初の商業的に成功したポータブル電気掃除機「モデル 0」の製造

を開始した。1908 年のフーバーの「モデル 0」の価格

は 60 ドル（現在の価値で

約 1,700 ドル）で、この

モデルを含め初期の掃除

機は、家事のための使用人

を雇え、電力供給もなされ

た裕福な家庭を対象とし

た高級品であった。そこで

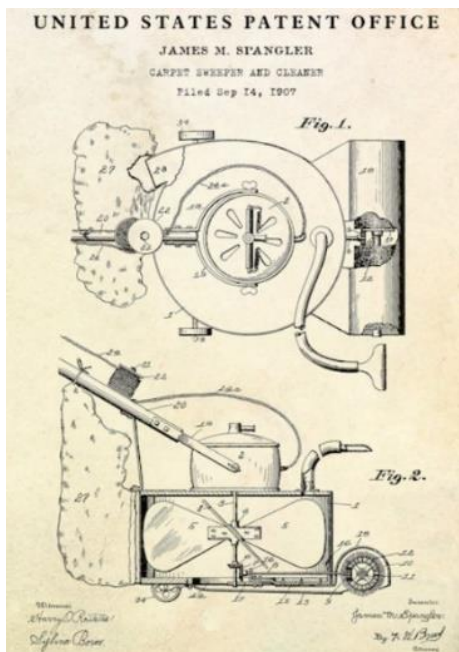
製造業者は、自社製品を単

なる省力化装置としてで

はなく、家庭をより清潔で

衛生的にする装置として

宣伝した。



1907 年ジェームズ・スパングラー

(James Spangler)

電動ほうき型吸引掃除機の特許取得



1908 年ウィリアム・フーバー

(William H. Hoover)

ポータブル電気掃除機「モデル 0」

1910 年には、デンマークで電気モーターを製造していたフィスカー・アンド・ニールセン（Fisker & Nielsen）社（現在のニルフィスク = Nilfisk）が、1907 年から開発を続けていた電気掃除機ニルフィスク C1 を販売した。当時としては極めて軽量でモデル C1 はわずか 17.5kg であった。

1912 年には最初のフーバーが英国に輸入され、1919 年には英国でもフーバークリーナーの製造が始まった。20 世紀の大半の期間、電気掃除機業界を独占し、英国とアイルランドではフーバーのブランド名が掃除機と掃除機をかける代名詞となった。

若きスウェーデン人の野心的なセールスマン、アクセル・ヴェナー・グレン（Axel Wenner-Gren）は、1908 年ウィーンで 20 キロもあるアメリカ製のフーバー電気掃除機を見かけ、その掃除機をもっと軽くできれば、世界中の人々の生活をより良くする、魅力的な製品になるはずだと思った。そこで数年間ドイツのフーバー掃除機の販売代理店で働き、その間に必要な経験をすべて積んだ。

ストックホルムに戻った彼は、エレクトロメカニスカ（Elektromekaniska）社とラックス（Lux）社の 2 社に連絡を取った。エレクトロメカニスカはすでにスウェーデン市場向けにフーバー掃除機のコピーを製造しており、彼と協力して軽量版の開発に着手することになった。いっぽう灯油屋外ランプ製造会

社のラックス社も、衰退するランプ事業の代替として掃除機の製造を開始していた。

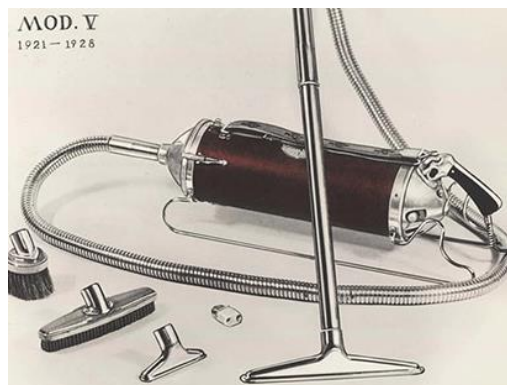
1912年、アクセル・ヴェナー・グレン達は、重量を3分の1減らし14キロにした、最初の直立型シリンダー掃除機 (cylinder cleaner)、ラックス I (Lux I) を発売した。さらに翌年の1913年に発売された Lux II は、重さわずか9キロと消費者に優しい掃除機にすることができた。

1919年にエレクトロメカニカ社は、ラックス社と合併してエレクトロラックス (Elektrolux) となり、1957年に現在のエレクトロラックス (Electrolux) へと綴り方を変えた。エレクトロラックスは

1921年にモデル V 掃除機を発売した。これはキャニスター型の掃除機で、重量は5キロで床をそのように滑らせることができる金属ランナーの上に円筒形の掃除機載せていた。



1912年 アクセル・ヴェナー・グレン
(Axel Wenner-Gren) ラックス I (Lux I)

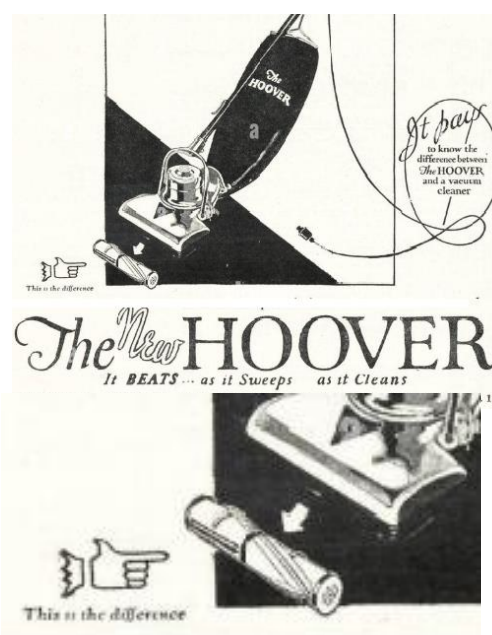


1921年エレクトロラックス (Elektrolux) モデル V

1926年、ガソリンエンジンで動く大型の吸引式掃除機を発明したブースのプリティッシュ・バキューム・クリーナー&エンジニアリング (British Vacuum Cleaner & Engineering Company) 社が、「Goblin (ゴブリン)」という商標を付けた家庭用掃除機を発売した。ゴブリンは再利用可能な紙袋が初めて導入され、20世紀末ダイソンの登場まで、英国では有名なブランドであった。

1926年にフーバーは、ビーターバー (beater bar : たたき棒) を開発した、これは最も注目すべき革新的な技術の一つであり、歴史上最も印象的な宣伝文句の一つである「It beat, as it sweeps, as it cleans (たたいて、掃除して、きれいにします)」とともに売り出された。金属製の棒がカーペットを優しく叩いて深く入り込んだ汚れをほぐすと、強力な吸引力をもつ毛ブラシが汚れをすばやくカーペットから掃き上げるというものである。それ以来、ビーターバーは何度も改良され、現在でも Hoover のほとんどの掃除機に採用されている。以前のマシンで使用されていた刷毛だけの棒よりもはっきりとした「叩き」音を提供し、効率が 101% 向上した。

1926年 フーバー
ビーターバー (beater bar : たたき棒)



こうして 1920 年代末まで電気掃除機にアップライト型とキャニスター型という二つの大きな流れが確立された。アップライト型は、フーバーのようにブラシと吸引口が一体化しており、キャニスター型は、エレクトロラックスのように本体と吸引ヘッドがホースでつながっている。

パスツールが 1860 年に細菌を発見し、ほこりや汚れと細菌の関係を明らかにした。汚れた家は不健康で、衛生への関心が健康な家庭に普及し、掃除機が病気との戦いにおける主要な武器となる道を開いた。エレクトロラックスは、社内でも公の場でも、スウェーデンの家庭に掃除機の健康上の利点を広めること始めた。同社は、モデル V のマーケティングで、掃除機を使う「新しい清潔さ」を強調した。

まとめ

それまで使用人がいる上流家庭に限られていたカーペットが、産業革命によって一般家庭にも入ってきた。カーペットの掃除は結構大変な作業であった。塵を吹き出す、塵を吸い込む、塵をたたき掻き出し集めるなどの方法が考えられた。1860 年ダニエル・ヘス (Daniel Hess) が回転ブラシと手動式ふいごを用いた「カーペットスイーパー」を発明した。その後手動ファンを用いたものなど多くの手動式掃除機が開発されたが、操作するにはかなりの筋力を必要とされ、普及はしなかった。

1876 年にメルヴィル・ルーベン・ビッセル (Melville Reuben Bissell) が回転ブラシ付きのカーペットスイーパーを開発し、「グランドラピッズ」として販売した。これは車輪の回転で機構を駆動し、カーペット表面のゴミを集めるもので、これは現在まで続いている。

現在の掃除機のコア技術である電動モーターとファンを使った扇風機は、1882 年から 1886 年にかけて、Schuyler Wheeler (スカイラー・ウィーラー) によって発明された。1885 年には、ニューヨークの Stout, Meadowcraft (スタウト・メドウクラフト) 社によって卓上型ダイレクトドライブ扇風機が市販された。そのため現在のような掃除機が登場したのは 20 世紀になってからである。

1901 年、ヒューバート・セシル・ブース (Hubert Cecil Booth) がガソリンエンジンで動く大型の吸引式掃除機を発明した。これは馬車で牽引され、長いホースで家の中のゴミを吸い取るもので、現代の掃除機の基礎となった。1905 年、チャップマン・アンド・スキナー (Chapman and Skinner) 社が初の家庭用電気掃除機を発売したが、約 40 キロと重く実用的ではなかった。すでにこの頃になると電動モーターとファンを使った扇風機が少しずつ普及し始めていた。これに目を付けたのが、喘息に悩んでいた掃除夫のジェームズ・スパングラー (James Spangler) で、1907 年電動ファンを利用した電動ほうき型吸引掃除機を発明した。これが後のポータブル電気掃除機の基礎となった。

1908 年、ウィリアム・フーバー (William H. Hoover) がスパングラーの特許と事業を引き継ぎ、世界初の商業的に成功したポータブル電気掃除機「モデル 0」の製造を開始した。しかし高価で重量も 20 キロと重かったが、アップライト型掃除機の先駆けとなった。

重すぎるフーバーの掃除機を軽量化すれば、必ず普及すると考えたのがスウェーデン人セールスマンのアクセル・ヴェナー・グレン (Axel Wenner-Gren) で、エレクトロメカニスカ (Elektromekaniska) 社

とラックス (Lux) 社に声をかけ、1912 年、軽量化された直立型シリンダー掃除機ラックス I を発売、さらに 1913 年には、重さ 9 キロのラックス II を発売した。1919 年、エレクトロメカニクス社とラックス社が合併しエレクトロラックス (Elektrolux) となり、1921 年にはキャニスター型掃除機モデル V を発売した。

1926 年にはフーバーがビーターバー (たたき棒) を開発し、カーペットの奥の汚れを効果的に除去できるようにした。1920 年代末には、アップライト型 (フーバーなど) とキャニスター型 (エレクトロラックスなど) という、現在の掃除機の主要な 2 つの形態が確立された。さらにフーバーが馬具革製造業から、エレクトロラックスが灯油屋外ランプ製造業からの事業転換機会を求めている 2 社が両雄となったのも面白い。

この時期、フランスのパスツールなどの研究によって、細菌と汚れの関係が明らかになり、掃除機が家庭の衛生を保つための重要なツールとして認識されるようになってきた。この期間の掃除機の進化は、人々の生活様式や衛生観念の変化と密接に結びついており、より効率的で使いやすい掃除機へのニーズが高まるにつれて、技術革新が加速した。

02 20 世紀中盤の技術革新 (1930 年代~1960 年代)

1930 年、フーバーは世界初の手持ち式掃除機、フーバー ダステット (Hoover Dustette) を発売した。この製品はデザインが優れているだけでなく、耐久性にも優れているため、現在でも多くのこの製品が使用されており、中には 80 年以上経過したものもある。

1930 年 フーバー ダステット (Hoover Dustette)



1931 年に芝浦製作所 (現在の東芝) は GE 社製をモデルに開発した日本初のアップライト型真空掃除機 VC-A を発売した。この掃除機の吸込用床ブラシとモーターが一体化した先端部には走行車輪がつき、軽く手で押すだけで掃除ができるよう工夫され、また掃除がしやすいように柄の角度も可変構造になっていた。

しかし当時の日本住宅のほとんどは畳と板間で、わざわざ高価な掃除機を購入するまでもなく「はたき」や「ほうき」でゴミを家の外に掃き出す方が簡単で早かったため、真空掃除機はほとんど普及しなかった。

1931 年 芝浦製作所 (現在の東芝) VC-A



1931年 Miele（ミーレ）社は Model L（モデル L）で「魚雷型」の掃除機を初めて発売した。このデザインは現在でも一般的である。フロアヘッドの形状以外の新機能には、カーペットを優しく掃除するためのアタッチメント、ゴム製バンパー、ベークライト製のケースなどがある。



1931年 Miele（ミーレ）社 Model L

1936年、フーバーは最高級のモデル 150 を発売した。デザイナーの Henry Dreyfuss（ヘンリー・ドレイファス）は製品のあらゆる特徴を再考し、それによって形状と機能の完璧な融合を実現した。Henry Dreyfuss は、アメリカの工業デザイナーで、「流線型デザイン」の先駆者の一人として知られています。電話機や消費者製品など幅広い分野のデザインに携わり、人間工学や消費者の研究に貢献した。このモデル 150 には、集塵袋空きインジケーター、自動高さ調整機能、瞬時のツール変換機能、2 速モーターが搭載され、以前のモデルよりも 1936年 Hoover（フーバー）モデル 150 軽量なマグネシウム製ボディと、ベークライトのプラスチック製フードが採用されていた。



1941年から始まった世界第二次世界大戦で、電気掃除機どころではなくなったが、後に掃除機の必須アイテムとなった HEPA フィルターは、この戦争で開発された。HEPA フィルター技術は、1940 年代に米国陸軍化学部隊と国防研究委員会によって初めて設計され、開発された。原子爆弾の開発をめぐる政府の機密プロジェクトであったマンハッタン計画の一環として、科学者は空気から放射性物質を除去するのに適したフィルターを開発する必要があった。

研究者は、核放射源によって汚染された非常に小さな粒子を処理する方法を必要としていた。当時の目標は、原子爆弾の開発と製造中に放出されたこれらの微小な空中放射性毒素をろ過することであった。フィルターの設計自体は、戦争で戦う米国兵士が着用したガスマスクをもとにしていた。こうしたガスマスクは、空気中の毒素をろ過してガス攻撃から兵士を安全に保つ、アスベストとセルロース繊維で作られた特殊な複合紙を含むように開発された。

この濾過方法は兵士には有効であったが、ガスマスクを個別に着用することが困難な作戦本部にも放射線防御が必要とされた。陸軍化学部隊は、前線での司令部で使用するために、この濾過紙を取り付けた空気清浄機ユニットを開発した。このユニットと濾過方法は、HEPA フィルターの先駆けとなった。

この HEPA 技術は、第二次世界大戦後に機密解除され、商業および住宅での使用が可能になったが、掃除機の排気をよりきれいにするために、HEPA（高効率微粒子空気）フィルターが掃除機に導入され始めたのは、1970 年代になってからである。

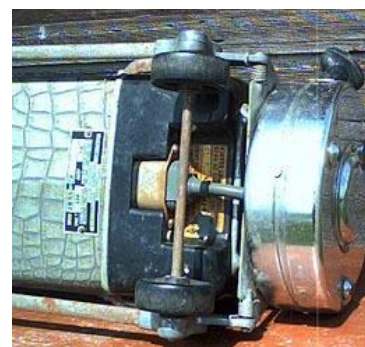
1950 年、フーバーは業界初のゴム製吸引ホースである「Veriflex」を採用したモデル 29 を発売した。当時の他の掃除機は布編みのホースを使用していたが、ストレートな形状が主流で、曲げたり伸ばしたりするのが難しく、さらに時間の経過とともに吸引力が弱まった。

Veriflex は、ホースの外側に蛇腹状のデザインを採用することで、柔軟性と伸縮性が向上した。この構造は、狭い隙間や家具の下などへのアクセスを容易にし、ホース自体が細く軽くなり、収納がより簡単になった。さらにフーバーは掃除機の色を黒と茶色にするという伝統を破り、モデル 29 に変化をもたらすために赤色を採用した。

1950 年 Hoover (フーバー) モデル 29



1950 年 エレクトロラックス社 (Electrolux) は、コードリール機能 (コードを巻き取る仕組み) を初めて搭載した掃除機 ZB50 を発売した。この製品は、取り外し可能なコードの代わりに、電源コードを本体内部に巻き取る仕組みを採用した。この機能は掃除の利便性を大幅



1952 年エレクトロラックス社 (Electrolux) ZB50

に向上させ、掃除機の標準的な仕様として広く普及した。

1952 年に米国エレクトロラックス社 (American Electrolux) が、世界初の使い捨ての自動密封紙製ダストバッグを用いた掃除機モデル LX を発売した。これは家庭に小さな革命をもたらし、ユーザーは、汚れやほこりに触れることなく掃除機をかけることができるようになった。蓋を開けてもほこりが舞い上がることはなく、布製バッグを振る必要もなく、ただ紙製ダストバッグをゴミ箱に捨てるだけで済むようになった。

1952 年米国エレクトロラックス社 (American Electrolux) モデル LX



1920 年代~1940 年代にセントラル掃除システムは徐々に小型化・高性能化し、一部の裕福な家庭にも普及し始めた。初期モデルは金属製のパイプを壁内に埋め込むようになっており、メンテナンスが難しい面があった。1950 年代になるとプラスチック素材の導入により、配管やシステムの取り付けが簡素化し、家庭用としてアメリカやカナダで市場が拡大してきた。そんな中、1952 年 Hoover 社は、現代のセントラル掃除機システムの前身となるシステムを開発した。

1954年、Hoover（フーバー）社は、Constellation（コンステレーション）を発売した。この掃除機は、球形のタンクを持ち、車輪の代わりに排気を利用してホバークラフトのように浮遊するデザインが特徴とした。初期のモデルは、回転するホースを備えており、使用者が部屋の中央に置いて周囲を掃除することを想定していた。コンステレーションは、未来的な球形とファッショナブルなカラーリングが組み合わさった当時としては革新的なデザインで、掃除機の歴史における重要なモデルの一つとなった。



1954年、Hoover（フーバー） Constellation（コンステレーション）

球形の筐体はヘンリー ドレイファス（Henry Dreyfuss）がデザイン特許を取得している。コンステレーションは、1975年まで製造されたが、長年にわたって変更と更新が行われた。その後のコンステレーションでは、すべて排気経路はエアフォイルを通して行われており、その結果、現代の基準でも静かな動作が実現されているのは魅力的な特徴であった。ただし、硬い床にゴミが飛び散るのは、浮遊排気システムの予期せぬ欠点であった。

1955年、Miele（ミーレ）社は、カーペット敷の拡大を考慮した新しい掃除機、President Sを発売した。モダンなプラスチック製のケースに加え、新しい3方向ノズルを備えている。糸キャッチと調整可能なブラシ ストリップにより、あらゆるタイプの床での使用に適するようにした。



1955年 Miele（ミーレ）社 President S

1957年、Hoover（フーバー）は、Convertible Model 65（コンバーチブル モデル 65）を発売した。この掃除機は、壁や棚などの掃除が難しいアップライト型を、キャニスター型と同じようにブラシが使えるよう、ツール コンバーターを掃除機の背面に差し込むシステムである。ツールを瞬時に変換する機能は、1936年のモデル 150 クリーニング掃除機で試験的に導入されていたが、モデル 65 はコンバーターが挿入されるとモーターが自動的に高速にシフトするスイッチが導入された。すぐにアメリカ史上最も人気があり、よく知られている掃除機の1つになった。



1957年、Hoover（フーバー） Convertible Model 65

1958年に東芝は、世界初となる本体回転式クリーナー「VC-6B」を発売した。本体の両脇につけられた車輪を軸に本体が前後 180°回転し、方向転換が容易になった。



1958年東芝「VC-6B」

1963年、東芝はマジックパック式クリーナーVC-37HDを発売した。「マジックパック」という独自の紙パックを使わないゴミ収集システムで、ゴミ捨てが簡単かつ清潔で、ゴミが圧縮される仕組みにより、多くのゴミを収集可能になり、他社製品の7倍の吸塵量を実現した。



1963年、Hoover（フーバー）は、model 1100で Dial-A-Matic を導入した。これは、史上初のクリーン エア アップライト型掃除機で、クリーン エアの原理は、キャニスター型掃除機を通る空の流れに似ており、汚れが吸引ファンを直接通過してバッグに吹き込まれるのではなく、この原理はすぐに多くのメーカーに採用され、現在も使用されている。

1964年、Electrolux（エレクトロラックス）は、ヨーロッパで初めて紙製ダストバッグを導入した、LUXOMATIC を発売した。この掃除機は、自動密封紙製ダストバッグ、自動コード巻き取り機、ダストバッグの交換時期を知らせるダストバッグインジケータという、3つの自動機能で大きな注目を集めた。LUXOMATIC以降、紙製ダストバッグの使用はヨーロッパ中に広まったが、その導入は遅々としたものであった。1970年代になっても、消費者は紙製バッグよりも布製バッグを好んだ。



1964年、Electrolux（エレクトロラックス）LUXOMATIC

1969年、Hoover（フーバー）は、Dial-A-Matic のデザインをさらに改良し、Hoover モデル 1170で「パワードライブ」自走システムを発売した。この機構により、掃除機を押す労力が大幅に軽減された。ギア、ホイール、ベルトのシステムを使用する



ことで、掃除機は自身の力で前後に動き、速度と方向は「トリプルアクション」ハンドグリップを介してユーザーが完全に



制御できるようになった。モデル 1170 のパワードライブ機能は非常に効率的で、ユーザーはかさばる機械を1本の指で前方に押すことができ、また、この機能はハンドグリップのボタンで解除できるため、モーターをオフにした状態で掃除機を部屋から部屋へ簡単に移動できた。

「パワードライブ」システムは1978年にコンセプト シリーズに引き継がれた。パワードライブ システムは後に「Self Propelled」と改名された。フーバー社は1980年代と1990年代の多くの製品でこ

の機能を採用した。

1969年に東芝は、ホース収納式掃除機 VC-100 型を発売した。これは世界で初めて、本体上部にホースを収納できる設計を採用した掃除機で、使用後にホースを簡単に収納できるため、収納スペースを取らず、掃除後の片付けが非常に楽になる画期的なアイデアであった。しかしホース収納式のデザインは一部の消費者にとって便利な機能であったかもしれないが、掃除機市場全体ではそれほど大きなニーズと認識されず、他の機能や性能（吸引力、静音性、軽量性など）の方が優先され一般化しなかった。

まとめ

1930年代から1960年代にかけての掃除機のイノベーションは、小型化、多機能化、そしてより実用的なデザインへの進化であった。1930年代は、小型化とデザインの革新で、1930年、フーバーは世界初の手持ち式掃除機「フーバー ダステット」を発売した。いっぽうイタリアのミーレ (Miele) 社は1931年、「魚雷型」デザインの掃除機「モデル L」を発売し、このデザインは現在でも一般的なものとなっている。

1936年、フーバーはデザイナーのヘンリー・ドレイファス (Henry Dreyfuss) と協力し、最高級モデル「150」を発売しました。このモデルは、集塵袋空き状況インジケータ、自動高さ調整機能、瞬時のツール変換機能、2速モーターを搭載し、軽量化も実現した。ヘンリー・ドレイファスはアメリカの工業デザイナーで、「流線型デザイン」の先駆者の一人として知られている。この時期には、「流線型デザイン」が取り入れられ、掃除機の外観も重視されるようになった。

1940年代の第二次世界大戦中、HEPA フィルター技術が開発された。これは、原子爆弾開発プロジェクト「マンハッタン計画」の一環として、放射性物質を空気から除去するために開発されたもので、後に掃除機の排気をよりきれいにするために使われるようになった。

1950年代は利便性の向上とデザインの多様化がなされた。1950年、フーバーは業界初のゴム製吸引ホース「Veriflex」を採用したモデル 29 を発売した。このホースは柔軟性と伸縮性に優れており、掃除のしやすさを向上させた。さらに1950年、エレクトロラックスは、コードリール機能を初めて搭載した掃除機 ZB50 を発売した。これにより、電源コードを本体内部に巻き取ることが可能になり、掃除の利便性が大幅に向上した。

1952年、アメリカのエレクトロラックス社は、世界初の使い捨ての自動密封紙製ダストバッグを用いた掃除機モデル LX を発売した。これにより、ユーザーは汚れやほこりに触れることなく掃除ができるようになった。

1954年、フーバーは、球形のタンクを持ち、排気を利用して浮遊するデザインが特徴の「コンステレーション」を発売した。ソビエト連邦 (現ロシア) が1957年10月に世界初の人工衛星「スプートニク1号」打ち上げたが、「コンステレーション」は、宇宙時代の到来を予感させるデザインであった。

1960年代には、さらなる機能の追加と利便性の追求が進んだ。1963年、東芝は「マジックパック」と

いう紙パックを使わず、ゴミを圧縮する仕組みで、より多くのゴミを収集可能な、ゴミ収集システムを搭載した掃除機を発売した。1963年、フーバーは Dial-A-Matic と呼ぶクリーンエア方式を採用した「model 1100」を発売した。いっぽう 1964年、エレクトロラックスは自動密封紙製ダストバッグ、自動コード巻き取り機、ダストバッグインジケーターを搭載した「LUXOMATIC」を発売した。さらに 1969年、フーバーは自走システム「パワードライブ」を搭載したモデル「1170」を発売し、掃除機を押し労力を軽減した。

この期間のイノベーションは、掃除機の使いやすさと効率性を向上させることに重点が置かれていた。また、デザインの多様化により、消費者のニーズに合わせた製品が登場した。

03 20世紀後半から21世紀初頭の技術革新（1970年代～現在）

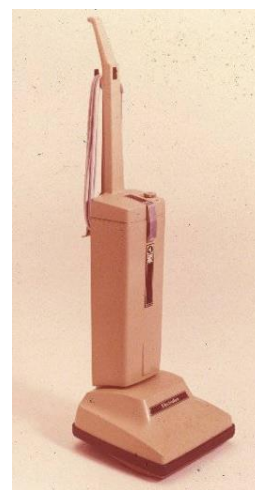
1975年、Electrolux（エレクトロラックス）は、吸引力を高めた新型モーターを搭載したアップライト型掃除機 502型を発売した。502型モデルは、軽量設計とパワフルなモーターを組み合わせた画期的な製品であった。高い効率性と操作性を実現した、当時の家庭用掃除機のスタンダードとなった。

1975年、Electrolux（エレクトロラックス）502型

また松下電器は、1970年代後半に、効率的なモーターとフィルター技術を搭載した Panasonic MC-5000 シリーズを発売した。モーターの効率性向上による高吸引力と低消費電力が特徴であった。

1978年、日立製作所は、ゴミプレス機能搭載掃除機 CV-110 を発売した。ゴミプレス機能を搭載し、掃除機内部で吸い込んだゴミを圧縮することで、従来よりも多くのゴミを溜めることが可能になった。この機能により、ゴミ袋の交換頻度を大幅に削減できた。さらにワンタッチでゴミを捨てられる仕様にすることで、清掃後の手間を軽減し、使い勝手を向上させた。日立のこのモデルは、ゴミ圧縮という新しい概念を掃除機に取り入れた先駆けとして知られている。

1978年、東芝はワンタッチゴミ捨てと、3倍吸えるゴミプレス機能を搭載した VC-8300 を発売した。大量にゴミを吸うことができ、ゴミ捨ても簡単だったことから大ヒット商品になった。



1978年、東芝 VC-8300

1979年、Black & Decker（ブラック・アンド・デッカー）は、初の軽量コードレス掃除機 DustBuster（ダストバスター）を発売した。家庭用掃除機としては画期的なコードレス設計と軽量化を実現した。もともと宇宙開発向けの技術（アポロ計画のためのツール）を応用して開発されたもので、充電式バッテリーを使用して手軽に使える掃除機として一世を風靡した。小型で手に収まるサイズで、車内や家具の隙間など、従来の掃除機では扱いにくかった場所の清掃に適していた。



1979年、Black & Decker（ブラック・アンド・デッカー） DustBuster（ダストバスター）

1980年代前半 Electrolux（エレクトロラックス）は、医療分野や産業用途で使用されていた HEPA フィルター技術を家庭用掃除機に初めて採用した、HEPA フィルター搭載掃除機 Electrolux Lux Royal を発売した。この技術は、非常に小さな微粒子やアレルゲンを捕らえる能力を持ち、空気清浄と清掃の両方を実現した。この製品は、特にアレルギー患者にとって画期的なものとなり、その後他メーカーにも広まった。その後、他のメーカーも HEPA フィルター技術を採用し始め、1990年代には家庭用掃除機における標準的な機能として普及した。特に Dyson（ダイソン）や Miele（ミーレ）が高効率フィルター技術を進化させ、現在のよう



1980年代前半 Electrolux Lux Royal

高性能モデルが登場するきっかけとなった。1983年、ダイソン社の創業者ジェームズ・ダイソン（James Dyson）は、従来型の紙パック式掃除機が、紙パックが満杯になっていなくても吸引力が落ちてきて交換しなければならないことに気が付き、「フィルターを定期的に交換するか、あるいは、水洗浄することにより、紙パックが不要になる方式」として、デュアルサイクロン方式を発想・開発した。この発明した紙パックが不要なサイクロン掃除機の、ライセンス契約を結ぶ相手が見つからずにいた。そんななか興味を示したのが日本の商社エイペックス。彼らはこの革新的なサイクロン掃除機を称賛し、タイプライターや編み機などを作っていたメーカーのシルバー精工に製造を委ね、1986年「G-Force」と名付けられ日本で発売された。ジェームズ・ダイソンは、ここで得たライセンス料を元手にダイソン社を設立した。



1986年 Dyson「G-Force」

1980年代中頃、Electrolux（エレクトロラックス）は、Trilobite（トリロバイト）として、ヨーロッパ市場でのロボット掃除機の開発を始めた。実用化には至らなかったが、未来的なコンセプトとして注目を浴びた。 1991年 東芝 VC-N250AP

1991年、東芝は世界初の力を入れなくてもすすい動く「自走パステヘッド」搭載した掃除機 VC-N250AP を発売した。この機能により、パワーブラシが絨毯に吸い付いて重く感じるという従来の課題を解決し、力を入れなくてもスムーズに掃除機を動かすことが可能になった。この革新的な機能により、ユーザーは掃除の際の負担を大幅に軽減し、快適な操作性を実現した。

1993年、ダイソンはサイクロン式掃除機「DC01」を発売した。従来の紙パック式と異なり、ゴミを遠心分離で集じんし、吸引力が落ちにくい構造を実現した。紙パックの交換が不要で、経済的かつエコな面でも注目された。掃除機市場に新たなトレンドを生み出し、世界的なスタンダードとなるサイクロン方式を普及させた。

1994年、日立は、吸引力の向上と「コンパクト化」を実現した「CV-P5」を発売した。軽量ボディと高い吸引力を両立し、収納性と持ち運びやすさを重視した設計が採用され、また静音性にも優れていた。 1993年 Dyson DC01

1997年三洋電機は、空気清浄機能を備えたハイブリッド掃除機「Airsis」を発売した。掃除機で吸い込んだ空気をフィルターで浄化し、部屋の空気もクリーンにするという発想で開発された。家電の多機能化の流れを先取りし、健康志向の高まりに応えたモデルであった。 1997年 三洋電機 Airsis

1999年 シャープは、業界初の「プラズマクラスター」技術を搭載した「EC-BP50」を発売した。革新的な空気浄化技術を掃除機に応用し、掃除機から排出される空気質を向上。アレルギー対策としても注目された。

2001年 Electrolux は、スウェーデンをはじめとするヨーロッパ各国で自走式クリーナーTrilobite（トリロバイト）を発売した。日本でも提携関係にある東芝から 2002年に発売された。 2001年 Electrolux（エレクトロラックス）

Trilobite（トリロバイト）

Trilobite（トリロバイト）は、ニッケル水素電池を搭載したバッテリータイプのコードレスクリーナーで、自動運転により掃除を行うことができる。

標準運転コースでは、まず、掃除する部屋の壁に沿って1周して部屋の広さを認識し、適切な運転時間を計算して掃除を開始する。このとき、部屋の中に障害物があっても、本体に搭載した超音波を発信・受信するセンサーで感知して、障害物をよけながら運転をすることができる。掃除が終わると、自分で専用充電台に戻り、自動充電を行う。



2002年、iRobotはロボット掃除機「Roomba（ルンバ）」を発売した。最初のモデルは「Roomba Original」と呼ばれ、その後毎年新型や改良版が発表されている。

2002年 iRobot Roomba Original

「Roomba Original」は掃除している部屋の地図を作成しないが、その代わりに「らせん状に掃除する」「壁伝いに掃除する」「何かにぶつかったら角度を変えてランダムウォークする」など、いくつかの単純な思考判断で動作している。

この設計は、マサチューセッツ工科大学（MIT）の研究者であり、iRobotの最高技術責任者（CTO）でもあったRodney Allen Brooks（ロドニー・ブルックス）の哲学によるものである。この結果として、ルンバと人間の掃除の仕方を比較すると、ルンバの方がより時間がかかり、また特定の箇所を何度も重複して掃除するのに別の場所は一回しか通らない、あるいは全く通らないということもあった。

2004年、iRobotは自動帰投・自動充電でき、スケジュール機能が利用できる400シリーズを発売した。留守中でも指定した時刻に掃除を始め、終わればホームベースに帰投し再充電する「自動化」が完成した。さらに部屋の広さの自動検知や、特に汚れた場所を音響センサーで検知し繰り返し掃除するダートディテクト（Dirt Detect）モードも搭載された。



2004年 iRobot ルンバ 400シリーズ

2005年、iRobot社は水拭き掃除ロボット（モップ型ロボット掃除機）の先駆となる、「Scooba（スクーバ）」を発売した。これが商業的に成功した最初の水拭き掃除ロボットで、フローリングやタイルなどの硬い床を水で洗浄し、汚水を拭き取る機能を持つロボットであった。しかし当時はまだ399.99ドルと価格が高く、一部の消費者向けに限られていた。スクーバはClorox（クロロックス）社製の漂白剤を使わない特殊な洗浄剤を採用しており、堅くて水漏れのしない床面であれば木以外の材質でも使える。



2005年 iRobot Scooba（スクーバ）

2008年、ダイソンは充電型ハンディタイプクリーナー第1号機DC16を発売した。リチウムイオンバッテリーを搭載しており、フル充電時間は約3時間で、連続使用時間は約6分と短かった。しかし「サイクロン技術」を搭載したモデルで、吸引力が弱いというコードレス掃除機の課題を克服した。その後改良を重ね、連続使用時間が約30分になった。

2008年 ダイソン 充電型ハンディタイプクリーナーDC16



2010年、Neato Robotics(ネイトロボティクス)は、Neato XVシリーズとしてロボット掃除機を発売した。Neato Roboticsは、カリフォルニア州サンノゼに本社を置くロボット家電メーカーで、スタンフォード大学の起業家支援プログラムによって、2005年に設立された。Neatoロボット掃除機は、レーザーレンジファインダー(laser range finder)が周囲360度を常にスキャンし、SLAMと呼ばれるレーザーナビゲーション技術で室内のマッピング(地図化)を行いながら、直線的なパターンで効率的に走行する。



2010年 Neato Robotics Neato XV シリーズ

掃除の途中で電源が無くなると、自ら充電台に戻り充電後には元の掃除場所に戻り再開する自動再開機能や、階段等の段差をセンサーによって検知し避ける落下防止機能を搭載している。

2011年、ダイソンはスティック型コードレスクリーナー第1号機DC35を発売した。ノズルの交換でハンディタイプにもなる。最もパワフルでエネルギー効率に優れたハンディクリーナーの核となるのは、高速回転モーターとRoot Cyclone(ルートサイクロン)テクノロジーは、吸引力が変わらないダイソンの特許技術。通常モードで15分間使用できる。ナイロン素材のブラシが、床のゴミをかき取り、きめ細かい導電性のカーボンファイバーブラシがフローリング上のホコリを取り除くことができる。



2011年 ダイソン スティック型コードレスクリーナーDC35

2015年、パナソニックは初の家庭用ロボット掃除機RULO(ルーロ)MC-RS1を発売した。「ルーローの三角形」に基づいた独自の本体形状としている。パナソニック(当時松下電器産業)は、1985年頃から掃除ロボットの開発を続けていた。1993年には業務用で4台の掃除ロボットを羽田空港に納めている。2000年頃から家庭用の掃除ロボットの開発を本格的に始めた。2002年には試作機を発表し、一般家庭での実証実験を行っていた。



2015年 パナソニック RULO(ルーロ)MC-RS1

2016年、iRobotはカメラとセンサーを駆使し、いま自身がどこにいて、部屋のどこが清掃されていないのかを、高精度に判断するiAdapt® 2.0 Navigation with Visual Localization、無線LAN対応および遠隔操作できるスマートフォンアプリを採用した900シリーズを発売した。ルンバ980と985ではハイパワーモーターユニットG3を搭載することで、吸引力を2012年に発売した600シリーズの最大10倍まで向上させた。



2016年 iRobot 900 シリーズ

2020年パナソニックは千葉工業大学未来ロボット技術研究センター（fuRo）が開発したセンサー情報を用いた、高速空間認識技術「ScanSLAM」を活用する次世代ロボット掃除機 RULO（ルーロ）MC-RSF1000 を発売した。このレーザーセンサーを使った空間認識技術「レーザーSLAM」は、360°全方位の空間をすばやく正確に認識し、掃除完遂性能を向上させた。フロント 3D センサーと業界初のアクティブリフト機能で段差やラグなど障害物を検知し、本体を持ち上げスムーズに乗り越える走行を実現した。



2020年 パナソニック RULO(ルーロ)MC-RSF1000

2021年、Beijing Roborock Technology（ロボロック）は、充電台に初めてスマート自動ゴミ収集ドックを搭載した「Roborock S7+」を発売した。Beijing Roborock Technology は、大手スマホメーカーXiaomi(シャオミ)が出資して、2014年に設立された中国・北京のロボット掃除機専門メーカーで、ロボロックは中国国内では人気のロボット掃除機となっている。



2021年 Beijing Roborock Technology 「Roborock S7+」

2022年 SharkNinja（シャークニンジャ）社は、充電台に自動ゴミ収集ドックを搭載したコードレススティッククリーナー「EVOPOWER SYSTEM iQ+」を発売した。掃除機本体を戻すだけで、充電しながらダストカップに溜まったゴミをドックが自動的に収集。約 30 日分のゴミをドックに溜めておくことができるので、面倒なゴミ捨ては月 1 回程度。従来のゴミ捨てよりもホコリが飛び散らず、また自動ゴミ収集ドックは紙パックの交換が不要なため、ランニングコストも抑えられ、ダストボックスは水洗いが可能である。



2022年 SharkNinja 「EVOPOWER SYSTEM iQ+」

まとめ

1970年代から現在までの掃除機のイノベーションは、コードレス化、サイクロン技術の導入、ロボット掃除機の登場、そしてより高度なフィルター技術と利便性の追求が特徴である。

1970年代は、吸引力の向上とゴミ処理の効率化がなされ、1975年、エレクトロラックスは吸引力を高めた新型モーターを搭載したアップライト型掃除機 502型を発売した。さらに1970年代後半、松下電器（現パナソニック）は、高吸引力と低消費電力を特徴とする Panasonic MC-5000 シリーズを発売した。

いっぽう1978年、日立製作所はゴミプレス機能搭載掃除機 CV-110 を発売し、掃除機内部でゴミを圧縮することで、ゴミ袋の交換頻度を減らした。1978年、東芝もワンタッチゴミ捨てとゴミプレス機能を搭載した VC-8300 を発売し、大ヒット商品となった。

1980年代は、コードレス化と HEPA フィルターの普及がなされた。1979年、Black & Decker（ブラッ

ク・アンド・デッカー) は初の軽量コードレス掃除機「ダストバスター」を発売した。これは充電式バッテリーを使用し、手軽に使える掃除機として人気を博した。

1980年代前半、エレクトロラックスは医療分野や産業用途で使用されていた HEPA フィルター技術を家庭用掃除機に初めて採用した、HEPA フィルター搭載掃除機「Electrolux Lux Royal」を発売した。これにより、微粒子やアレルギーを捕らえる能力が向上した。その後、他のメーカーも HEPA フィルター技術を採用し始め、1990年代には家庭用掃除機の標準的な機能として普及した。

1990年代は、サイクロン技術が開花し、ロボット掃除機が萌芽した時代である。1983年、ダイソンの創業者ジェームズ・ダイソン (James Dyson) は、紙製ごみパックが不要なサイクロン掃除機を発想・開発し、1986年ダイソンのサイクロン掃除機「G-Force」が日本で先行発売され、その革新的な技術が注目された。1993年、ダイソンはサイクロン式掃除機「DC01」を発売し、紙製ごみパックの交換が不要で吸引力が落ちにくい構造を実現した。

1980年代中頃、エレクトロラックスは「トリロバイト」として、ヨーロッパ市場でのロボット掃除機の開発を始めたが、実用化には至らなかった。

2000年代にはロボット掃除機の本格普及と多様化がなされた。2001年、エレクトロラックスは自走式クリーナー「Trilobite(トリロバイト)」を発売した。さらに2002年、iRobot はロボット掃除機「Roomba (ルンバ)」を発売し、ロボット掃除機市場を確立させた。2004年には iRobot は自動帰投・自動充電機能、スケジュール機能などを搭載したルンバ 400 シリーズを発売した。さらに2005年、iRobot は水拭き掃除ロボット「Scooba (スクーバ)」を発売した。

2010年代は、コードレススティッククリーナーの開発と、ロボット掃除機の高度なナビゲーション技術が開発された。2008年、ダイソンは充電型ハンディタイプクリーナー「DC16」を発売し、これがダイソンの2011年のスティック型コードレスクリーナー「DC35」の発売につながった。

2010年、Neato Robotics(ネイトロボティクス) はレーザーナビゲーション技術を搭載したロボット掃除機「Neato XV シリーズ」を発売し、2016年 iRobot のカメラとセンサーを駆使し、より高精度に部屋を認識するナビゲーション技術を搭載したルンバ 900 シリーズ発売、さらに2020年、パナソニックも高速空間認識技術「ScanSLAM」を活用するロボット掃除機 RULO を発売した。

2020年代は、ごみ自動収集ドックが開発された。2021年、Beijing Roborock Technology (ロボロック) は、スマート自動ゴミ収集ドックを搭載したロボット掃除機「Roborock S7+」を発売した。またコードレススティッククリーナーでも2022年、SharkNinja (シャークニンジャ) は充電台に自動ゴミ収集ドックを搭載したコードレススティッククリーナーを発売した。

04 21世紀中盤の技術革新（2025年～）

2024年、アメリカのクラウドファンディングサイト「Kickstarter」に、階段の昇り降りしながら階を跨いで掃除するロボット掃除機「MIGO Ascender」が登場した。2022年設立のアメリカのスタートアップ Migo Robotics が開発したもので、サプライチェーンや品質管理などについては「最大手のロボット掃除機メーカー」の支援を受けているという。本体の両側に二つ折りになったアームを備え、外側のアームで支えながら内側のアームを延ばして本体を持ち上げ、階段を昇る仕組み。降りる場合は、先にアームを下ろしてから本体を動かす。蹴上高さ 22cm までの階段に対応できる。本体の底面には水平回転するバキューム口と駆動輪を備えた。これにより、階段の踏み板はバキューム口を 45 度回転させ、真横に移動して掃除するという。上面には HD カメラや LiDARなどを搭載。室内をマッピングしながら効率的に掃除できるという。「MIGO Ascender」のすごさは、階段を昇り降りする能力よりは、階段を掃除する能力である。階段の掃除は、これまでのロボット掃除機ではできなかつたし、人間が掃除する場合も手間のかかる場所であった。



Migo Robotics 「MIGO Ascender」

2025年、世界最大級の家電見本市「CES 2025」に、ロボット掃除機メーカーの Roborock からロボットアームを搭載したロボット掃除機「Roborock Saros Z70」が登場した。一見すると普通のロボット掃除機であるが、例えば掃除中に進行方向に靴下が落ちていていると、Roborock Saros Z70 の天面板がぱかりと開き、5 軸の折り畳み式ロボットアーム「OmniGrip」が登場、靴下を拾い上げることができ、そのまま指定の場所に靴下を運び、アプリで指定した場所に運ぶ。その後、物が落ちていたところに戻り、再度掃除を行う。OmniGrip には物体を視認するためのカメラや LED ライトが組み込まれており、持ち上げ可能な物体かどうか重さの検知や位置を把握するセンサーも内蔵されている。



2025年 Roborock 「Roborock Saros Z70」

この掃除ロボットの未来的可能性は片付け機能である。床にころがっている物の認識には相当手間がかかるであろうが、まずは持ってみて、さらにいろいろな角度から眺めてみて、それが何であるか認識させる。初めはそれが何であるか音声で教え、どこに片付けるべきかを伝える必要があるだろう。掃除ロボットが介護犬だと思えばこの作業も我慢できるはずだ。

掃除する前に片付けを先に行うのが効率的で、掃除ロボットを使用する場合は、スムーズに動くために床を片づけておく必要がある。散らかしすぎて掃除ロボットが役立たないという人は、頻繁に片付けてくれる掃除ロボットを動かしていれば、家はすっきりする。

引用文献

01)家電の昭和史 (家電月報「A L L E」平成18年5月～平成22年2月掲載)

<https://www.kdb.or.jp/syouwasisoujiki.html>

02)PRODUCT HISTORY 掃除機

<https://www.toshiba-lifestyle.com/jp/corporate/rd/research/history/vacuumcleaner/>

03)Vacuum cleaner

https://en.wikipedia.org/wiki/Vacuum_cleaner

04)The invention of the vacuum cleaner, from horse-drawn to high tech

<https://www.sciencemuseum.org.uk/objects-and-stories/everyday-wonders/invention-vacuum-cleaner>

05)The Complete History of Vacuum Cleaners (1860-Present)

<https://edisonvacuums.com/the-complete-history-of-vacuum-cleaners-1860-present/>

06)The Story of Vacuum Cleaners: Origins, Innovators And Milestones

<https://www.ecovacs.com/us/blog/why-robot-vacuum-is-making-weird-noise-how-to-fix>

07)Invention and History of Vacuum Cleaners

https://www.vacuumcleanerhistory.com/#google_vignette

08)History of the Vacuum Cleaner

[https://www.morclean.co.uk/index.php?_route_=History of the Vacuum Cleaner](https://www.morclean.co.uk/index.php?_route_=History%20of%20the%20Vacuum%20Cleaner)

09)A Brief History of Vacuum Cleaners

<https://www.fivestepcarpetcarenc.net/2021/02/03/a-brief-history-of-vacuum-cleaners/>

10)Who Invented The Vacuum Cleaner + Its History

<https://www.bookcleango.com/blog/vacuum-cleaner-history>

11)History and Invention of the Vacuum Cleaner

<https://www.bbcleaningservice.com/blog/history-invention-vacuum-cleaner/>

12)American Vacuum Cleaning: History & Trends

<https://www.achooallergy.com/blog/learning/american-vacuum-cleaning-history-trends/?srsId=AfmBOorpnqH3TDhe621fQjN6IULDQqGcf9GqBRF0JkPolMuvqAs6UAG>

13)Patterns of invention, design and innovation – the case of vacuum cleaners

<https://www.open.ac.uk/blogs/design/patterns-of-invention-design-and-innovation-the-case-of-vacuum-cleaners/>

14)Inventions That Shaped World History: The Vacuum Cleaner

<https://www.linkedin.com/pulse/inventions-shaped-world-history-vacuum-cleaner-1871-kurtis-charlton-e0pxe>

15)Electrolux History timeline

<https://www.electroluxgroup.com/en/history-timeline-1900-1918-27557/>

16)The Skinner

<https://www.nanmillertimes.com/jan-23-cantons-hidden-treasures.html>

17)HEPA Filters History

[https://www.apcfilters.com/the-history-of-hepa-](https://www.apcfilters.com/the-history-of-hepa-filters/#:~:text=HEPA%20Filters%20History,radioactive%20materials%20from%20the%20air.)

[filters/#:~:text=HEPA%20Filters%20History,radioactive%20materials%20from%20the%20air.](https://www.apcfilters.com/the-history-of-hepa-filters/#:~:text=HEPA%20Filters%20History,radioactive%20materials%20from%20the%20air.)

18)Hoover history

<https://hmg.jp/hoover-history-appliances-models-jordan-amman-home/>

19)Gathering dust: The history of the vacuum bag

<https://www.electroluxgroup.com/en/gathering-dust-the-history-of-the-vacuum-bag-29603/>

20)Hygiene hits home as vacuum cleaners spread

<https://www.electroluxgroup.com/en/hygiene-hits-home-as-vacuum-cleaners-spread-26765/>

21)Bagless vacuum cleaners

https://wiki.bsh-group.com/en/wiki/Bagless_vacuum_cleaners

22)階段を上るロボット掃除機、米国のスタートアップが開発

<https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2403/26/news170.html>

23)ロボットアーム搭載のロボット掃除機

<https://gigazine.net/news/20250106-roborock-saros-z70/>

(2025年2月7日 岩下繁昭)