

# キャロルも欲しがったバベッジのコンピュータ

—ヴィクトリア朝のコンピュータ開発

The Victorian Computer Lewis Carroll Wanted

佐藤 正 明

この文章は、日本ルイス・キャロル協会の二〇一〇年5月例会の発表で用いたハンドアウトを加筆修正したものです。

## 1. ふたりのチャールズ

ルイス・キャロルが機械好きだったことはよく知られている。コーエンの『ルイス・キャロル伝』第九章から書き抜くと、写真機（一八五六年）、計算機（一八六七年）、電気ペン（一八七七年）、コピー装置『ヘトグラフ』（一八七九年）、ハモンド・タイプライター（一八八八年）などなど。

キャロルの数学パズルの著書『枕頭問題集』（一八九三）の序文には以下のような記述がある。

「しかし、私が計算器（computer \*）のようないまある正確さをもっていると信じられないように、それには自分にはそれがいいことはじゅうぶん承知しているので、以下に間違いの一覧を書き添える」

\* computer という語形は現在では残っていないが、computer（あるいは computer）と同義だと推測される。

Computer という語は十九世紀後半から「計算機」あるいは「計算者」の意味で用いられていた。現在のコンピュータの

意味で用いられるようになったのは一九四五年からだといわれている（オックスフォード出版局『20世紀クロノペディア』（ゆまに書房）による）。日本でコンピュータという言葉が一般化したのは一九八〇年代からであり、参考文献7（一九七九年）、14（一九七八年）では「電子計算機」となっている。

ルイス・キャロルことチャールズ・ラトウィッジ・ドッドソン（一八三二〜一八九八）が生きた時代の英国に、もうひとり、長年、計算機にとりつかれている数学者のチャールズがいた。チャールズ・バベッジ（一七九一〜一八七一）である。そして、若いチャールズは一八六七年一月二十四日にこの老チャールズを訪ねている。そのときのことをキャロルは日記にこう書き記した。

「それから私はバベッジ氏を訪問した。彼の計算機械をどれか譲ってもらえないか訊いてみたが、できないとのことだった。彼はひどく親切に対応してくれた。工房などを見せてもらって、とても楽しい四十五分間を過ごした」

それでは、キャロルが欲しがった計算機械とはどのようなものだったのだろうか。

## 2. 開発の背景

当時、科学・技術の発達とともに「数表」の重要性が増していた。数学者・物理学者・天文学者などの科学者のみならず、エンジニア、航海士、銀行家、保険数理士なども高い精度の数表を必要としていた。乗算表、対数表、三角関数表、航海表、保険統計表、天文・気象・物理化学のさまざまな数表などが使われていた。これらの数表は計算者 (computers) と呼ばれる人々によって筆算で作られていた。当然、計算の過程で間違いが生じることがあり、さらには表を筆写して印刷する工程でも間違いは生じていた。

たとえば、政府発行の航海表には千百か所以上の誤りがあり、七ページの正誤表がついていたが、その正誤表にすら間違いがあったという。

間違いのない数表の作成というのは当時の社会の要請であった。

## 3. 階差機関 (ディファレンス・エンジン)

バベッジが数表を機械で作成することを発想したのは、一八二二年頃、王立天文学会から信頼性の高い数表の作成を委嘱され、同僚のハーシエルと共に取り組んだときだという。彼らが計算者たちに方法を指定して委託した

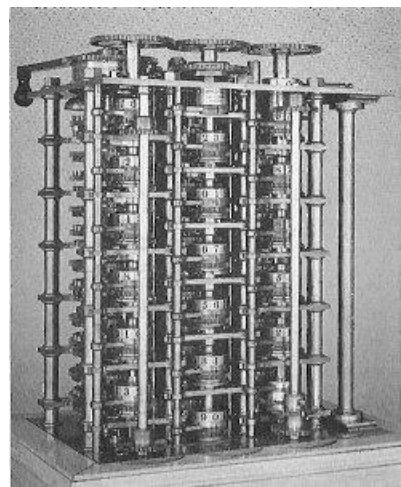
D (第二階差)	C (第一階差)	B ( $x^2 + x + 41$ )	A ( $x$ )
	4	43	1
2	6	47	2
2	8	53	3
2	10	61	4
2	12	71	5
2	14	83	6
2	16	97	7
		113	8
		⋮	⋮
		⋮	⋮

階差法

結果を点検したところ、多くの間違いが見つかった。バベッジはこうした計算が蒸気機関でやれたらとハーシエルにもらしたのだ。

対数や三角関数は多項式 (例  $ax^2 + bx + cx^2 + dx^3$ ) で近似値が求められることが知られていた。多項式は「階差法」(右図)を用いれば最終的に足し算に置き換えられた。この方法を計算機で自動的に行うというのがバベッジの階差機関のアイデアだった。さらに、誤植の問題を解決するためにプリンターを付けることも考えていた。

そうしてバベッジは一八二二年までに全体の骨組みをまとめあげて、実験的な模型で作動を確認した。そののち、この階差機関の開発計画を直接・間接に政府に強く働きかけ、ついに一八二三年四月に政府の助成金一、五〇〇ポンドを獲得した。これは英国政府で最初の研究開発資金の助成であった。そして精度の高い工作技術をもつ技術者クレメントをスカウトし、一八二三年秋に計画が始動する。彼の目標は二十桁を処理し、第六階差まで計算できる機械だった。クレメントは熟練工を



雇い入れ、また精密な加工を可能にする工具・工作機械を開発した。バベッジのほうは設計図を作成するにあたって、この複雑な機械を組み立てるための表示法を考案した。しかしバベッジの完璧主義やたびたびの設計変

更から、四年たっても階差機関は完成せず、バベッジは慢性的な資金難に陥っていた。追加の助成金は口約束だけで文書化されていなかったため実現せず、バベッジも数千ポンドの私費を投じていた(当時、蒸気機関は八百ポンドで出来た)。ようやく一八二九年から追加分の助成金が支払われるようにな

図1 第一階差機関

り、最終的には総額一七、四七〇ポンドの助成金を費やすことになる。一八三三年、バベッジは実演用に五桁の数値で第二階差まで扱える演算部を製作して作動を確認し、自宅の居間に展示して、この披露を兼ねたパーティを開催している（パーティ参加者の中に、この試作機を見て心を動かされた少女がいたのだが、それについてはあとで述べよう）。しかし、技術者クレメントと賃金の支払いや工房の移転にからむ工具・工作機械の所有権をめぐって衝突し、計画は中断して、階差機関はついに完成することはなかった。

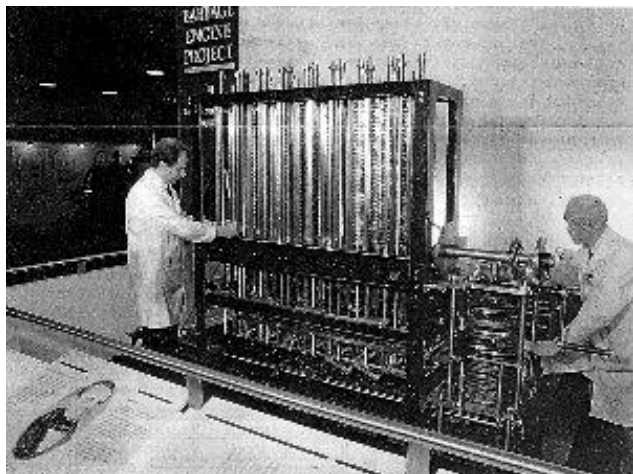


図2 ロンドン科学博物館で組み立てられる第二階差機関

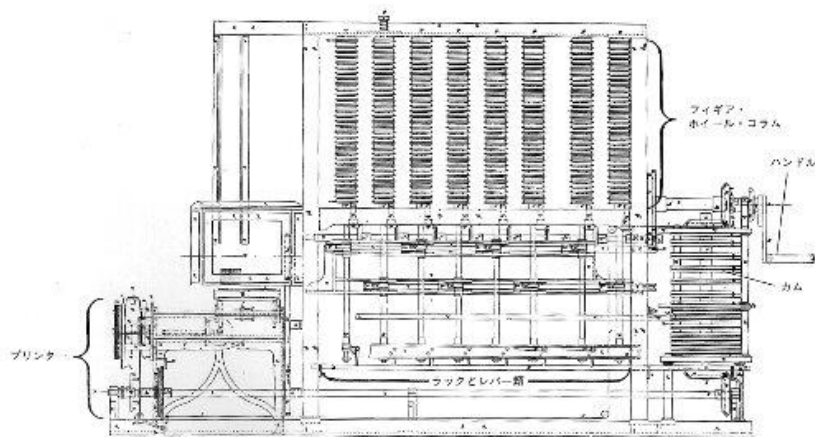


図3 第二階差機関の設計図

た。その後、一八四七年から小型でさらに高精度の三十一桁まで扱える第二階差機関の計画にとりかかり、一八五二年に政府に提案したが受け入れられることはなかった。だが、それ

れから  
一世紀  
半後、

（四階差・十四桁）であったが、第一号機は米国の天文台に買い取られて使用された。その後数台が英国で生命表や土木用数表作成で使用されたが、商業的には失敗し、一八七三年、シヨイツは破産している。

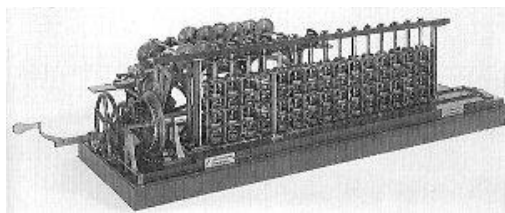


図4 シヨイツの階差機関

バベッジ生誕二百年を記念したロンドン科学博物館のプロジェクトにより、この設計図から第二階差機関が製作され、一九九一年十一月、七乗の数表の最初の百個を算出した。製作費用は三十万ポンドであった。

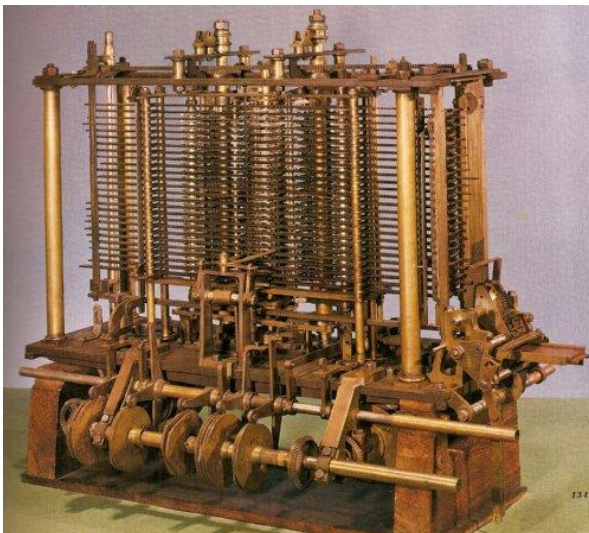
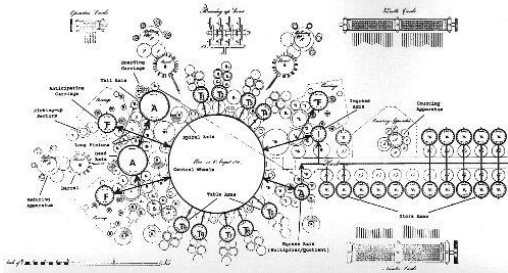
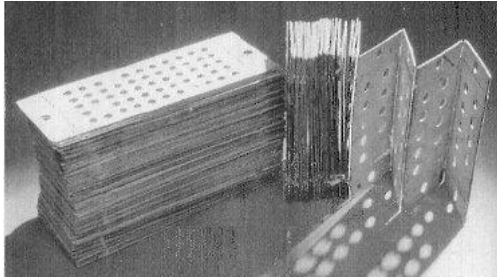
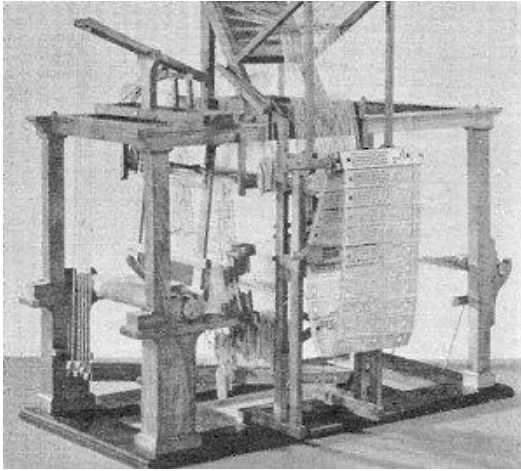
なお、スウェーデンの実業家シヨイツとその息子は一八三四年にバベッジの階差機関の記事を読んで刺激を受け、スウェーデン学士院の資金援助も得て独自の研究開発を続け、一八五三年によく装置を完成させた。この機械は一八五五年にはロンドンで公開され、同年のパリ万博では金メダルを受賞している。これはバベッジが考えていたものよりはずつと精度の低いもの

#### 4. 解析機関（アナリテイカル・エンジン）

一八三四年頃からバベッジは新しい発想に基づく計算機「解析機関」の設計にとりかかっていた。それは汎用的な数値計算を行う計算機だった。目標は五十桁までの入力と百桁までの出力を取り扱えるものだった。

検討の過程で、数値を蓄える記憶部（ストア）と演算を実行する演算部（ミル）に分けることを着想する。現在のコンピュータのメモリと中央演算装置（CPU）に相当する。さらに一八三六年には画期的な突破口を見

出す。ピンで機械的に数値や演算方法を設定するのではなく、パンチカード入力を使うという方式である。この発想をバベッジはジャカード織機から得ていた。これは十八世紀にフランスのヴォーカンソンが発明した織機制御方法を、十八世紀末にジャカールが改良して実用化したものである。ジャカード織機は、織物の模様情報が記されたパンチカードのつながりがドラムで送られ、穴の有無を縦糸につないだ一連のロッドが探知して縦糸の上げ下げを制御することにより、模様を織り出



（上から順に）

図5 ジャカード織機

図6 パンチカード

（左：変数カード、右：演算カード）

図7 解析機関の設計図

図8 解析機関の小規模な実験機

（ロンドン科学博物館所蔵）

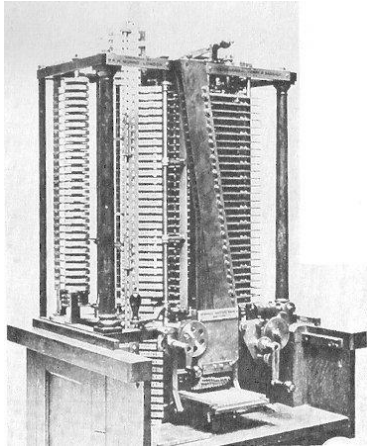


図9 息子ヘンリーが製作した  
解析機関のミル

していくというしくみになっていた。バベツジはこれを応用して変数カードと演算カードによる入力方式を考案した。

こうして一八三七年にバベツジは「計算機関の数値的能力について」という大論文を書き上げる。これは現代のコンピュータと同じ設計思想に基づいており、入力装置（パンチカード）、メモリ、CPU、出力装置（プリンター）を備えたものであった。その後も細部の改良を続け、一八四七年の終りには設計はほぼ完了していた。だが、資金的には政府から見捨てられており、バベツジは自己資金で部分的な試作品を製作するにとどまり、結局、解析機関が完成することはなかった。

バベツジの死後、息子のヘンリーが父の遺志を継いで開発を継続し、ミル部を試作して

いる。しかし、この史上初のコンピュータが陽の目を見ることはなく、この研究成果を知らずにコンピュータが再発明されるまでにはそれから約一世紀を要したのである。

**5. エイダ——史上初のプログラマー**

バベツジを語る上で忘れてならない人物がいる。オーガスタ・エイダ・バイロン（一八一五—一八五二）、ロマン派詩人バイロン（一七八八—一八二四）の娘である。エイダの両親は彼女が生まれて一か月後に離婚しており、それ以後、エイダが父と会うことはなかった。十代のころから数学に才能を見せたエイダは、一八三三年、母に連れられて行ったバベツジ主催のパーティーで、会場に展示されていた階差機関に目を奪われ、たいそう興味を示した。エイダ十七歳、バベツジ四十歳である。それ以降、向学心・好奇心を満たすためにエイダは階差機関に関する講義に出席したり、女性数学者サマーヴィルに付いて数学を学んだり、バベツジのサロンに出入りしたりして、めきめきとその才能を伸ばし、階差機関に関する理解を深めていった。一八三五年、エイダはキング卿と結婚し、夫がラヴレース伯爵を継いだことによりラヴレース伯爵夫人となったが、夫も交えてバベツジとの交流は続き、バベツ



図10 エイダ（28歳）

ジが一八三四年頃から構想を固めていた解析機関についてもエイダは学んでいた。一八四〇年にバベツジはイタリアに招かれて解析機関について講演をした。その講演録が一八四二年にフランス語で出版された。この出版物のことを知ったエイダはそれを翻訳し、それに本文の倍の長さの注釈をつけた。その注釈でエイダは解析機関について詳しく解説を加え、プログラムへの展開方法についても詳述した。この注釈にバベツジが勝手に手を加えたことから、エイダとバベツジとの激しい衝突もあったが、一八四三年にこの翻訳は論文誌 *Scientific Memoirs* に発表された。これが後世、解析機関について知りうる貴重な資料となった。エイダはこの解析機関を「ジャカード織機が花や葉を織るように、解析機関は代数的なパターンを織り出す」と表現している。



図 11 チャールズ・バベッジ (68 歳)

その後のエイダは、バベッジとともに解析機開発の資金づくりのために奔走したが、一方で、競馬による多額の負債、バベッジの知人との不倫、酒、コカインで身を崩した。一八五〇年頃から体の不調を訴え、やがて子宮癌であることが判明する。エイダの母は娘のこれまでの不品行を絶たせるために家に軟禁し、バベッジとの交流も禁止し、一時は痛み止めの阿片も与えなかったという。一八五二年、エイダは苦しみの中に三十六歳の生涯を終えた。夫は生前のエイダの希望をかなえて、その遺体を父バイロンの墓の隣に埋葬した。

なお、この史上初のプログラマーの名前にちなんで、一九八〇年代にアメリカ国防総省がソフトウェアの生産性向上を目指して開発したプログラム言語が ADA と命名された。

## 6. 晩年のバベッジ

晩年のバベッジは数少ない友人に支えられながら孤独な研究生活を送り、毎日十時間から十一時間も研究に取り組んでいた。ルイス・キャロルがバベッジ邸を訪問したのはそんなところで、キャロル三十四歳、バベッジ七十五歳のときである。キャロルはその一年半前に『不思議の国のアリス』を上梓しており、その続編の構想を温めていた。一八六七年一月二十二日、続編の挿絵のことでリチャード・ドイル（コナン・ドイルの伯父）に手紙を書き、二日後の二十四日にロンドンにあるドイルのアトリエを訪問した。アリスの挿絵の依頼について話し合ったが、結論は出さなかった。そのあと、ウエストエンドの閑静な地区ドーセット街にあるバベッジの自宅を訪れた。バベッジの自宅は仕事場を兼ねていた。敷地は四分の一エーカー（約三百坪）あり、そのなかには住居のほかに住居、作業場、鍛冶場、鑄造所などが建ち並んでいた。キャロルはバベッジにそうした工房を案内されながら、階差機関や解析機関の試作品や設計図の説明を受けたのだろう。はじめてこの天才数学者に接したキャロルは、短い時間ではあったがこの訪問をじゅうぶん楽しんだのちバ



図 12 ルイス・キャロル (31 歳)

ベッジ邸を辞去し、友人ジョージ・マクドナルドの家族が待つケンジントンへ向かった。当時のバベッジは計算機開発が思うように進まないことから偏屈で頑固になり、「怒りっぽい天才」との評判が立っていたが、この若い数学者の訪問を歓迎して、ひさしぶりのくつろいだ時間をすごしたのではないだろうか。その四年九か月後、バベッジは七十九年の生涯を閉じた。

一八九〇年に、キャロルはロンドンの博覧会でエジソンの蓄音機を見て、「ぼくたちがあと五十年先まで世界の歴史のなかに生き続けて、このすばらしい発明品が『完璧な』形になるのを見届けることができないのは残念だ」と書き残している。もし、キャロルがあと十年早くバベッジに出会って、解析機関の可能性についてくわしく聞いていたとしたら、キャロルは百年先の世界をどのように思い描

いたであろうか。その時、キャロルはエイダの後継者として名乗りをあげただろうか。

《追記》

一九六八年、ウイラード・ウィーナーがジャーナル *Notes and Queries* で、ドッドソンとバベッジの関係を示す情報がないか読者に聞いかけたが、それに対する回答はなかった。また、今回の発表にあたり、『バベッジのコンピュータ』の著者 新戸雅章さんに、バベッジに関する所蔵資料にキャロルに関する記述がないか調べていただいたが、見当たらないとのことであった。

【バベッジの多彩な業績】

- 一八一五〜一六 科学論文誌『王立協会フィロソフィカル・トランザクションズ』に百十一ページの微積分の論文を発表。
- 一八二六 投資家からの依頼で行った生命保険の料率に関する調査・研究をもとに『各種生命保険機関の比較』出版。
- 一八二七〜二八 ヨーロッパ大陸旅行。ナポリのヴェスヴィオ火山で火口原まで下りての温度・気圧を測定して回った。旅行中に馬車について習得し、ウィーンで自分局の軽四輪馬車を

設計して六十ポンドで作らせた。これは手足を伸ばして眠ることができ、調理用ランプもあり、設計図や服を畳まずに収納できる引き出しを備えていた。

一八二八〜 ドーセット街の広い屋敷に引越し、そこで定期的に夜会を開催。これはロンドンの社交界で重要な位置を占めるようになり、デイケンズやダーウィンも出席している。

- 一八三〇 『英国における科学の衰退とその原因に関する所見』を発表。その中で王立協会の古い体質を批判。改革のためにさまざまな活動を行った。
- 一八三二 英国やヨーロッパ大陸の製作所・工場を見学して得た知見をもとにして、三十章を越える大著『機械と製造業の経済』を出版。米国でも出版され、さらに六か国語に翻訳されてマルクスの『資本論』にも影響を与えた。
- 一八三八 グレート・ウェスタン鉄道の広軌・狭軌論争に決着をつけるため、列車にとりつける速度・振動の測定計器を開発し、実験を重ねて広軌の優秀性を実証した。

一八五一 灯台や港湾標識灯の発光を制御する方法を考案し、試作品を自宅の窓辺に設置。この技術はロシア、米国で応用された。

【謝辞】

キャロルの日記を詳細に調べてくださいました庭野延子さん、木場田由利子さん、そしてバベッジについて調べてくださいました新戸雅章さんに厚く御礼申し上げます。

【図版出典】

- 星野力『誰がどうやってコンピュータを創ったのか?』……図1、4、7
- 日経サイエンス一九九三年四月号……図2、3
- 新戸雅章『バベッジのコンピュータ』……図5、9
- ブルース・コリアー『チャールズ・バベッジーコンピュータ時代の開拓者』……図6、10、11
- 講談社『世界の博物館 ∞ ロンドン科学博物館』……図8
- 笠井勝子『「不思議の国のアリス」の誕生』……図12

## 【参考文献】

<ルイス・キャロルに関して>

1. *Lewis Carroll's Diaries vol.5* (Edward Wakeling, ed.) pp.192-193
2. モートン・N・コーエン『ルイス・キャロル伝 (下)』*Lewis Carroll, a biography* (1995) (高橋康也監訳) 河出書房新社、1999、pp.13-18
3. M・ハンチャー『アリスとテニエル』*The Tenniel Illustrations to the "Alice" Books* (1990) 東京図書、1997、p.179
4. 谷田博幸『ヴィクトリア朝挿絵画家列伝』図書出版社、1993、p.255

<チャールズ・バベッジに関して>

5. 新戸雅章『バベッジのコンピュータ』筑摩書房 ちくまプリマーブックス 98、1996
6. ブルース・コリアー『チャールズ・バベッジ—コンピュータ時代の開拓者』大月書店 オックスフォード科学の肖像、2009
7. ハーマン・H・ゴールドスタイン『計算機の歴史』共立出版、1979、pp.12-31、第1部 第1章 チャールズ・バベッジと解析機関
8. ダグラス・R・ホフスタッター『ゲーデル、エッシャー、バッハ——あるいは不思議の環』(白揚社、1985) pp.41-42、pp.716-731
9. ジョエル・シャーキン『コンピュータを創った天才たち』草思社、1989、pp.26-57、第2章 アルファベット・ファンクション卿
10. 西垣通『デジタル・ナルシス』岩波書店、1991、pp.62-89、3. 階差に神は宿る チャールズ・バベッジのロマン
11. D・D・スウェイド「150年目に完成したバベッジの計算機 再評価される自動計算機のバイオニア」日経サイエンス、1993年4月号、pp.136-144
12. 星野力『誰がどうやってコンピュータを創ったのか?』共立出版、1995、pp.15-61、第二章 ヴィクトリア朝の夢と挫折、第三章 エイダ伝説とバベッジ
13. ベギー・キドウェル、ポール・セルージ『目で見るデジタル計算の道具史』ジャストシステム、1995、p.26, p.34
14. 『世界の博物館 8 ロンドン科学博物館』講談社、1978、p.134
15. 伊藤智義作・久保田眞二画『BRAINS—コンピュータに賭けた男たち—<1>』、集英社ヤングジャンプコミックスBJ、1996、pp.5-64、第一部／苦難の開拓者たち① 第一章／チャールズ・バベッジ

<フィクション>

16. ウィリアム・ギブスン、ブルース・スターリング『ディファレンス・エンジン』*The Difference Engine* (1990) (黒丸尚訳) 角川書店、1991
17. 山田正紀『エイダ』早川書房、1994 (1991-1993年、SFマガジンに掲載したものに加筆)
18. 西垣通「N氏宅にて——ルイス・キャロルと思考機械」ユリイカ、1992年4月号 特集ルイス・キャロル (副題は『ベシミスティック・サイボーグ』(青土社、1994) に再録されたときにつけられた)
19. 佐藤正明「鏡の国から来た少女」宇宙気流、84号、2012年7月



【追記】

<エイダに関して>

20. ベンジャミン・ウリー『科学の花嫁 ロマンズ・理性・バイロンの娘』 *The Bride of Science: Romance, Reason and Byron's Daughter* (1990) (野島秀勝・門馬守訳) 法政大学出版局、2011
21. フィオナ・ロビンソン『世界でさいしょのプログラマー エイダ・ラブレスのものがたり』 *Ada's Ideas* (2016) (せなあいこ訳) 評論社、2017