

幼児教育の現場における人型ロボットの活用 I

—Pepper 教育アプリケーション開発の試み—

渡 邊 裕

Utilization of Humanoid Robots in Preschool Education, Part 1

— Development of an Educational Application for Pepper —

WATANABE Hiroshi

キーワード：幼児教育、人型ロボット、Pepper、アプリケーション開発、教育コンテンツ

1. はじめに

近年、ロボティクスの分野においては社会のさまざまな場面で利用できる多様なロボット開発が進められており、IoT や AI との連携により Society5.0 時代に向けた技術開発が急速に進行している（内閣府 2019）。従来ロボットは製造業を中心に人が容易に近づけない場所での作業等を行うなど、産業用ロボットを中心に発展してきた。しかし近年は医療、福祉、農業などの各方面での実用化が進められている。特に今後少子高齢化が進む我が国においては災害対応や福祉・介護の分野におけるロボット技術の応用にも期待が寄せられている。今後ロボットは、一つの指向性として小型化・高性能化・多機能化が進み、より廉価での利用が実現することで人間にとって身近なパートナーとなっていく可能性がある。

今後社会へのロボット技術の普及を支える意味においても、ロボットを用いた教育は重要な意味を持つと思われる。しかしながら、ロボット教育にどのような教育効果があるのかを測定することは極めて難しい。その理由は、ロボット教育が様々な学習者の教育レベル、前提知識、動機に対応可能であり、多様な学習目標が設定可能であ

ることに起因する（松日楽ほか 2014）。このため、統一的な教育効果の測定も困難であり、教育手法の体系化もなされていないのが現状である。今後、広く社会にロボットが普及していくためにも、様々な段階にある学習者に対して、組織的にロボット教育を行っていく必要があると考えられる。

このような現状の中において、人型をした家庭用ロボットの開発も急ピッチで進められている。中には人に近い動作ができるロボットや人と共存する家庭内ロボットも次々に開発されている。近い将来、家庭内にロボットが一台あるのが当たり前の時代になることも予想される。幼児教育の現場においてもロボットが人間にどのような教育的な効果をもたらすのかについては興味深い課題になると思われる。今後、幼児教育におけるロボット教育の体系化を目指し、教育手法の開発とその評価を学習科学の側面から詳細に検討していく必要があるものとする。

幼児教育の現場において、教育工学的な手法により人型ロボットの効果や影響を測定した研究例はまだ少ない。本研究では手作り紙芝居を題材とした人型ロボット Pepper の幼児教育向け教育アプリケーション開発を行い、幼児教育について学ぶ保育者養成短期大学におけるデモ展示の様子から今後の可能性について考察を行うことを目的とする。

2. コミュニケーションロボット「Pepper」

Pepper¹⁾は2015年6月にソフトバンクロボティクス社から「世界初の感情を持ったパーソナルロボット」として一般販売された。Pepperは人型ロボットであり、人と共存してコミュニケーションをとることで人を楽しませることを主眼に開発されている。

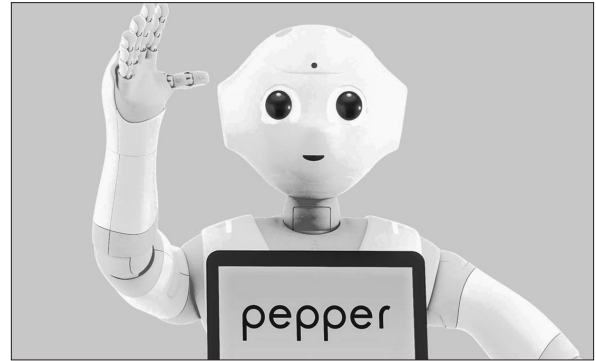


図1 Pepper 外観 (ソフトバンクロボティクス社)

2.1. ハードウェア

Pepperの基本的なハードウェアの外観を図1に示す。主な仕様は以下の通りである(村山ほか2015)。

(1) 本体

サイズは腕を下した状態で全高1208.5mm、全幅477.2mm、奥行424mmで、重量は27.82kgである。また最大2km/hの速度で移動可能である。

(2) タブレット

前面に10.1インチのディスプレイを搭載し、タッチパネルが利用可能である。

(3) アクチュエーター (モーター)

頭(首2軸)・腕(肩2軸、肘2軸、腕1軸、手(開く⇔閉じる))・下半身(腰2軸、膝1軸)を使って人型として振舞えるようになっている。

(4) センサー

スピーカー(頭部側面2カ所)、マイク(頭部4カ所)、RGBカメラ(額1カ所、口1カ所)、3Dセンサー(左目1カ所)、LED(目、耳、肩)、慣性ユニット、レーザー、赤外線センサー、ソナー、バンパー、タッチセンサー等がある。

2.2. ソフトウェア

Pepperで稼働するアプリケーションはロボアプリと呼ばれる。これまでにさまざまなロボアプリが開発され、ソフトバンクロボティクス社のサイト上で公開されている²⁾。ロボアプリの利用はPepperの導入プランによって異なるが、初期時には数個のベーシックアプリが搭載され利用できる。Pepperはスマートフォンのアプリのように、

さまざまなロボアプリをインストールすることでその機能を拡張していくことができる。

また、Pepper上で稼働するロボアプリを独自に開発するための環境も提供されている。開発ツールはSDK(Software Development Kit)と呼ばれ、OS環境等のプラットフォーム別にソフトバンクロボティクス社から提供されている³⁾。

3. 方法

3.1. Pepperの導入

Pepperを導入するにはプランを選択する必要がある。プランには一般販売モデル(家族の一員としての会話やふれあい等)、Pepper for biz(商用施設における商品紹介等)、社会貢献プログラム(学校等)があり、導入時に必要な費用も異なる。

本研究では学校現場におけるプログラミング教育での利用を想定した社会貢献プログラム²⁾を利用し、埼玉東萌短期大学における教育研究開発を目的に2019年4月～2022年3月までの3年間、Pepperの貸与を受けることになった。

Pepper社会貢献プログラム2では、Pepper本体のほかプログラミングツール「Robo Blocks」や学校向けアプリ、教師用指導書などを利用することができる。ただしPepperを動作させるためにはWiFi環境が必要であり、学内ネットワークとは別に専用の通信ルーターを準備して動作させることにした。

3.2. 開発環境

Pepper 社会貢献プログラム 2 では RoboBlocks のほか Choregraphe、Python SDK、JAVA SDK、C++ SDK などの SDK を利用することができる。このうち、Choregraphe（コレグラフ）は画面上のボックスをつないで命令を実行させていく形式の開発環境であり、比較的容易に開発環境を実装できる。今回は Pepper アプリケーションの統合開発環境である Choregraphe-suite-2.5.5.5-win32 をセットアップして利用した。このアプリケーション群をインストールすると、Choregraphe（アプリケーション開発環境）、Memorize（バックアップツール）、Montor（Pepper のモニタリングツール）、NAO ドキュメント（ツールに関するドキュメント）が利用できるようになる。

図 2 に Choregraphe のユーザーインターフェイスを示す。このうち、中央の「フローダイアグラム」においてボックスを配置し、それを線で繋げていくことでロボットの動作を制御するための命令を構築していく。また、ロボットビューでは Choregraphe に接続されているロボットの動きを 3D で表示して見ることができる。Choregraphe にロボットを接続するためには、WiFi 環境において PC とロボットのネットワークを共有し、ロボットの IP アドレスを指定するが、ロボットが

無いときにはロボットビューでバーチャルロボットの動きを確認しながらプログラムを構築することも可能である。

3.3. 幼児教育向け教育アプリケーション開発

Choregraphe を用いて、簡易な手作り紙芝居を Pepper に実演させるというアプリケーションを開発した。紙芝居のタイトルは「わんぱくワーくん」（脚本・絵、わたなべひろし）であり、著者が 2018 年度紙芝居文化の会創作講座⁵⁾において制作した全 12 場面の手作り紙芝居である（資料 1）。

紙芝居を Pepper に実演させるためには、3つの要素を Pepper に組み込む必要がある。①紙芝居の絵、②脚本の音読、③実演時の動作、である。

①紙芝居の絵については、Pepper の前面に搭載されているタブレット画面に表示させるようにした。実際の紙芝居の実演では「舞台」が重要な役割を持つが、Pepper の実演では舞台はなく、タブレット画面で絵が切り替わっていく形となる。従って、実演の形式としては人間による紙芝居の実演とは異なることになる。

②脚本の音読については、紙芝居の脚本を Pepper にもともと登録されている音質で朗読させることにした。音の高さや速さは調節できるが、特別な変更は加えなかった。また、人の音声デー

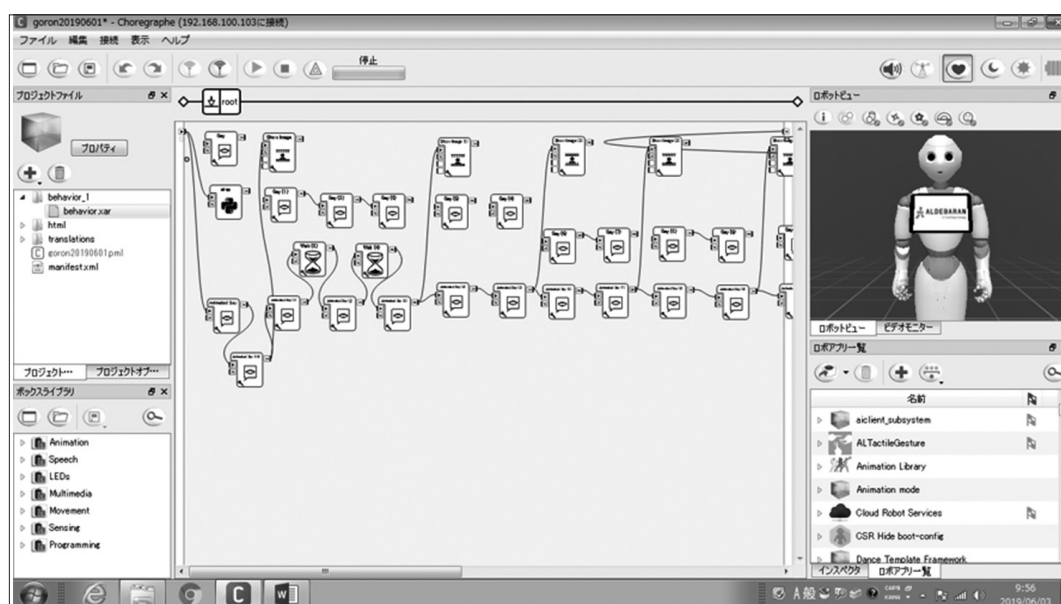


図 2 Choregraphe のユーザーインターフェイス

タを録音して流すことも可能であるが、逆に不自然さが感じられてしまうことから今回の試みでは実施しなかった。

③実演時の動作については、Choregraphe に搭載されている自動設定を利用した。話の内容や展開に合わせて細かく動作を決めることも不可能ではないが、自動設定でも不自然な動きにはならない。人間による紙芝居の実演では、紙芝居の舞台との位置関係や抜き差しの動作が重要であるが、Pepper の場合には常に両手が使えて観客に直面することができるという特徴がある。

図3にChoregrapheによる命令ボックスの構成例を示す。「Say」(発話)、「Animated Say」(動作しながら発話)、「Show Image」(タブレット画面による絵の表示)を、時系列の命令を線でつないでいくことでプログラミングを行っていく。この際に、「Wait」(間)を適切に配置し、実演のタイミングを計りながら構成することが求められる。

完成した紙芝居実演アプリはChoregrapheでPCに保存した後、Pepperに転送してアプリ登録を行う。一度転送すれば、Pepperのタブレット画面上でアプリを起動させることが可能となる。

4. デモ展示と考察

開発した紙芝居実演アプリケーションを保育者養成課程の短期大学生を対象にデモ展示を行った。学生たちからはPepperの珍しさと手作り紙芝居

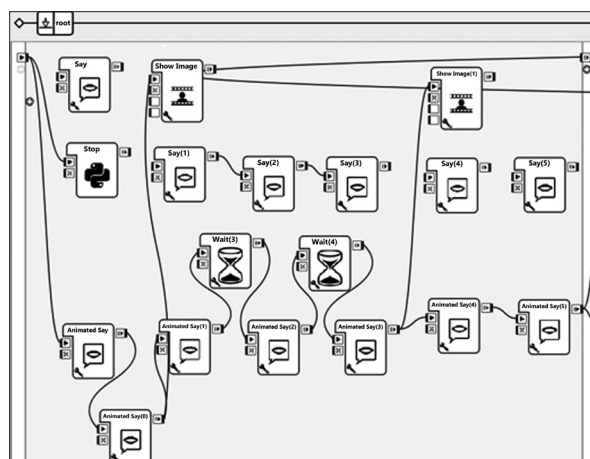


図3 Choregrapheによる命令ボックスの構成例

に興味を持った者も多かったが、以下のような問題点も指摘された。

(1) ハードウェア的な問題

Pepperは座ることができない。モニタが子どもたちの目線よりも高くなり、画面が見づらくなる可能性がある。また、Pepperの動きが激しいとモニタの動きも大きくなり、物語に集中できなくなる可能性もある。大人は自然にPepperとの距離を取ることができるが、幼児の場合にはPepperに近づきすぎる可能性があり、安全面での対策も必要であると考えられる。

また、Pepperは顔の表情を変えることができない。Pepperの顔は子どもにとっては怖いのではないかという感想も寄せられた。この点については幼児の発達段階によっても印象が変わる可能性がある。ただし、紙芝居作品を人間が実演する際には顔の表情等も大切な要素であり、Pepperでは顔の表情変化を実現させることはできない。

(2) コンテンツの問題

このような教材の場合、最初は珍しがるかもしれないが、すぐに飽きる可能性がある。ボタンを押して番組が始まるというようなコンテンツの場合、一度見たら興味が薄れるのも無理はない。Felix *et al.* (2016) は学習を支援する場面で活躍するロボットの問題点として、学習者がロボットの行動を画一的と感じてしまい、ロボットとの相互作用に飽きてしまう点を指摘している。

田中(2011)はカリフォルニア州サンディエゴの保育所において、1～2歳児を対象に人型ロボットとの長期的なインタラクションについて調査を行い、子どもたちの世話欲をかきたてるようなロボットの振る舞いが、ロボットへの興味を持続させることを報告している。飽きさせないためには、豊富で楽しいコンテンツの配置や、決まりきった動作ではなく、より人間的な動作が実現されるなどの改善策を検討する必要があるかもしれない。

今回のコンテンツは紙芝居作品をPepperに実演させるという教材を制作したが、そもそも人間が行う紙芝居実演とは形式も特性も異なる。画面

も小さいため、大人数でというよりは近い場所において数人程度で見ることになる。紙芝居作品を Pepper に実演させることでどのような意味があるのかについては更なる検討が必要である。

5. まとめと今後の課題

本研究では人型ロボット Pepper で動作する幼児教育向けのコンテンツを試作し、そのデモ展示を通して今後の可能性について報告した。

Pepper で動作する子どもを対象とした教育アプリケーションの例としては、ロボットの身体性を活かした色やからだの英語名を学ぶアプリコンテンツの開発例が報告されている (Tanaka *et al.* 2015)。今回は手作り紙芝居を題材とした幼児教育向けコンテンツを試作したが、ロボットが演じて観客が見るという一方向型のコミュニケーションではなく、協同型や双方向型の教材についても今後開発の検討を進めたい。

Pepper にはコミュニケーションロボットとしての機能が実装されているが、実際に使ってみるとそのレスポンスが鈍かったり遅かったりすることがある。そのために、何度も同じ質問をしたり声を大きく返信したりしないといけない等の場面も実際には起きている。このため、幼児教育の現場に置いたとしても現段階ではその利用は限定的であり、教育的効果の測定を進めるにあたって、今後適切な場面設定を施す必要がある。

そのような状況であっても、千葉県 M 幼稚園では既に Pepper を 2 台設置し、子どもたちが日常生活でロボットに触れ合う環境を作っている。これからの社会において、次世代のロボット技術の普及を支えるためには子どもたちへの教育が非常に重要である。そのためには、基礎から最先端に至るまでロボットに関する教材を充実させ、教育指導についても充実させていることが必要であると考えられる。

近い将来、ロボットは家庭内に一台あるのが普通になり、介護や教育の現場において人の相手をする時代がやってくるかもしれない。そのような

社会において、人とロボットがどのように向き合うのかについて知見を深めていきたい。

注

- 1) Pepper
<https://www.softbank.jp/robot/pepper/>
(参照日：2019.12.15)
- 2) ロボアプリ
<https://www.softbankrobotics.com/jp/product/consumer/roboapp/>
(参照日：2019.12.15)
- 3) ロボットアプリ開発
<https://www.softbankrobotics.com/jp/developer/> (参照日：2019.12.15)
- 4) Pepper 社会貢献プログラム 2
<https://www.softbankrobotics.com/jp/product/academy/> (参照日：2019.12.15)
- 5) 紙芝居文化の会
<https://www.kamishibai-ikaja.com/>
(参照日：2019.12.15)

引用文献

- Felix J., Kanoh M., Yoshikawa T. (2016) Feasibility of Collaborative Learning with Robots Which Prompts Constructive Interaction. *Transactions of the Japanese Society for Artificial Intelligence*, 31 (3) : A-F93_1
- 松日楽信人, 琴坂信哉, 萩田紀博, 横山和彦 (2014) ロボット利用の意義・必要性・取り巻く環境. NEDO ロボット白書 2014 第 2 章, 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
<https://www.nedo.go.jp/content/100563896.pdf> (参照日：2019.12.15)
- 村山龍太郎, 谷沢智史, 西村一彦 (2015) Pepper プログラミング 基本動作からアプリの企画・演出まで. SB クリエイティブ株式会社, pp.3-12

内閣府 (2018), Society 5.0.

https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html (参照日：2019.12.15)

田中文英 (2011) 幼児教育現場におけるソーシャルロボット研究とその応用. 日本ロボット学会誌, **29** (1) : 19-22

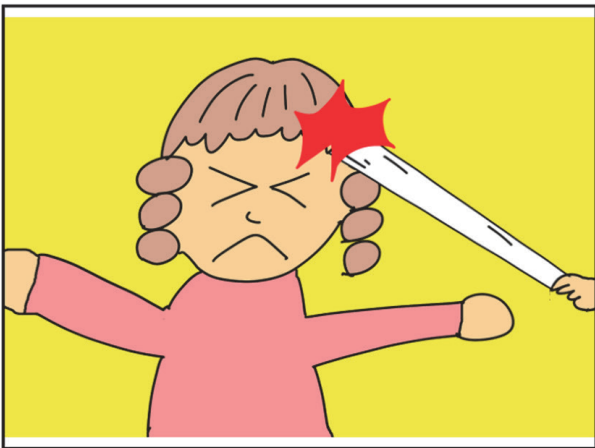
Tanaka F., Isshiki K., Takahashi F., Uekusa M., Sei R., Hayashi K. (2015) Pepper Learns Together with Children : Development of an Educational Application. *Proceedings of the 15th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids 2015)*, Seoul, Korea, November 2015, pp.270-275

渡邊 裕 (埼玉東萌短期大学准教授)



④

ワークンは おともだちと
おうちのまわりで、ちやむばじり
えいやあとお！
すこーん！
あははは、いいおと！
いつてー、やつたなー！
ワークンは、とくになつて
かみをまとめたほうを、ふりまわしました。
とろが…
ワークンが、ふりまわした
ほうのまきが
「ちやむばじり、うしろにいた
ゆみちゃんのおかお」
—ぬく—



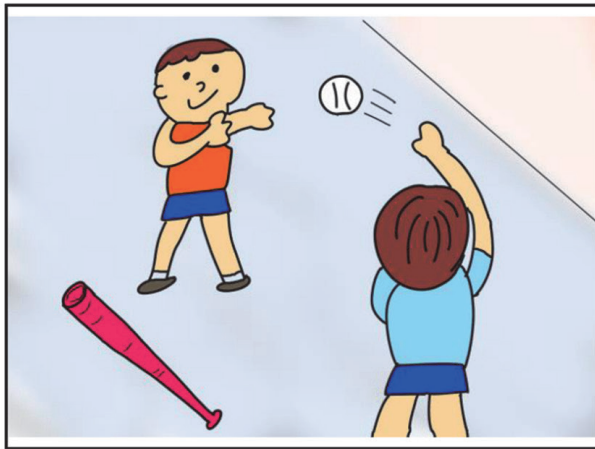
⑤

すばん
えーん！！
さあたじん！
ほうが、あたてしました
ゆみちゃんのおかお
あぐはれてしまいました。
ワークンは、びくり、
まわのおともだちも、びくり！
ゆみちゃんは、なまながら
おろにかえて、しまいました。
てしよ…
ワークンは「ワークンが
おろ」かきました。
「ちやむばじり、うしろにいた
ゆみちゃんのおかお」
とたたきました。
—ぬく—



⑥

もうしわけ、ありません。
ワークンのおかあさんは、
ゆみちゃんのおかあさんに
またまた、ふかふか、
あたまをさげました。
そのとき、ワークンは
げんかんのとりのむらさき
おかあさんが、あやまつていようすを
すつと、みていました。
そのひのまる、ワークンは
おとうさんと、おかあさんに
またまた、ひどく
しかられてしまいました。
(はらへん)
それでも、おそとあやびが
だいすきなワークン。
—ぬく—



⑦

きょうはおもだちと みちばたで
ボールゲーム。
ろくしはーいっ！
はしるてきめがけて
ボールを あてろー！
それー！！
そのとき、ワークくんは みちばたに
プラスチックのバットをみつめました。
いいものみつけた！
ワークくんは やつてきたボールを
バットで うってかえそうしました。
ところが…
ワークくんが うったのは、ボールではなく
ことあるうに、はしつてきた
まっちゃんのおかあを

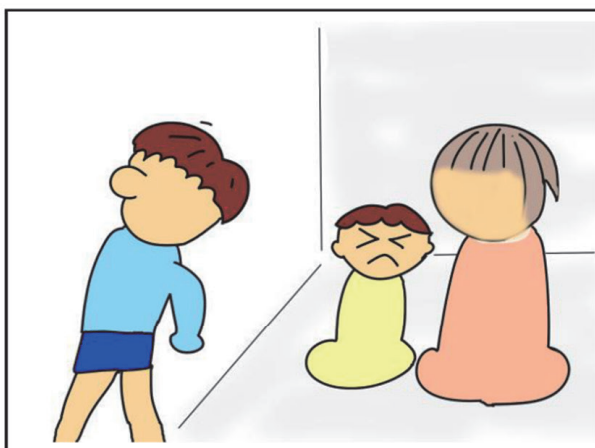
ーぬくー



⑧

ぼくーん
えーん！！
さあたいへん！！
バットが あつた
まっちゃんのおかあに
おあきな たんこぶが
できてしまいました。
ワークくんは、びっくり、
まわりのおもだちも、びっくり！
まっちゃんは なきながら
おうちにかえってしまいました。
どうしよう…
ワークくんは、こんどはおうちに
かえりませんでした。
おかあさんが あやまるすがたを
おもいだしたからです。

ーぬくー



⑨

ワークくんは、おそろおそろ、まっちゃんのおうちにいきました。
げんかんで、まっちゃんのおかあさんが
おかおのたんこぶを ひやしていました。
ワークくんは、うつむきながら、でも
こえをふりしほって、いいました。
ごめんなさい
(しばらく間)
まっちゃんのおかあさんは、
ワークくんをじっとみて、いいました。
あやまつてくれたから、もういいよ。

ーぬくー



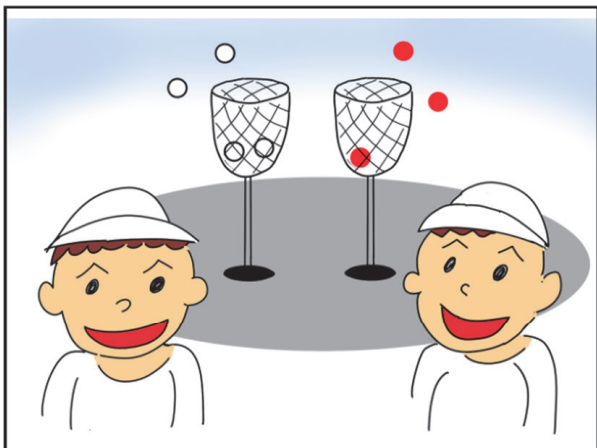
⑩
 ワークンはおうちにかえりました。
 トントントン
 トントントン
 おかあさんは、いつもどおり、だいごで
 おゆうはんのしたくをしていました。
 ワークンは
 まつちゃんのおかおに
 バットで、たんにぶきつこうしてしまつたことを
 いつてができませんでした。
 だつ、そのことを言うのが
 とつても、とつても
 こわかつたんですもの。
 そして、なんにちものひがたちました。

—ぬく—



⑪
 きまは、たのしみしていた
 うんどうかい
 「じまは、ぜんがくねんにする
 たまひれです」
 さあ、ワークンではんです。
 すると
 おかあさんがワークンに
 いいました。
 もうバットをならまわしる、ダメよ
 え？
 そう、おかあさは
 ぜんがうてたのです。
 ワークンがまつちゃんを、バットで
 きずけてしまつたよ。
 じふんであやまるのが、できたよ。
 でも、おかあさんには、じえなかつたよ、ともね。

ぬく—



⑫
 うん、もうりまきわないよ
 ごめんささい
 ワークンは、やつと、おかあさんに
 あやまるのが、できたのです。
 かずくんも、ゆみちゃんも、まつちゃんも、
 みんなでなかよく、あかしのの
 ポールを、にぎつて、げんきに、たまひれです。
 おかあさんたちも、おうえんしていますよ。
 ワークンも、しろいポールを、みんなといっしょに
 なげいれました。もうどろだんごは、なげません。
 わんはくワークンは
 ひとつおとなのワークンになりました。

おしま