

要求仕様の曖昧性を減少させるための日本語版 EARS の開発

2018SE031 北野 聖也 2018SE044 宮崎 大河

指導教員 佐伯 元司

1. はじめに

要求仕様文は自然言語で記述されており、主語の欠落、文や単語の係り受けが複雑である、必要な要件の欠落など多くの問題があり、曖昧性が生じ、要求仕様文の質を下げることに繋がっている。質の悪い要求仕様文を作成すると、開発の後戻りが生じたり、顧客やユーザの要求を満たさないようなソフトウェアが開発されたりすることがある[2]。

自然言語による曖昧性を減少させるためには、ガイドラインを用意し、それに従って作文する[3]、限定された言語で記述する[4]、曖昧性を検出し、修正を行う[5]などの手法がある。本研究では、限定した言語で記述する手法を用いて自然言語による要求仕様文の曖昧性の減少を図る。この前者の手法の中に、Marvin らによる EARS(Easy Approach to Requirements Syntax) [1]がある。しかし、これは英語文法に沿って提唱されたものであり、目的に合った EARS の日本語版を策定する必要がある。

本論文では、日本語の特性を考慮し、日本語版 EARS の開発を行う中で EARS の問題点を分析し、拡張を行う。さらに我々が開発した日本語版 EARS を使用することにより、曖昧性が削減できるかどうか評価を行う。

2. EARS

2.1. 概要

Rolls-Royce 社の Marvin らは、自然言語に現れる曖昧性に対処するためにルールセットを使用することで、航空機のエンジン制御システム開発時に迅速かつ安全性を確保したシステム開発を行うためにすべての自然言語要件を 5 つのテンプレートのいずれかで表現できるよう EARS を提唱した。この 5 つのテンプレートは、1)Ubiquitous requirements, 2)Event-driven requirements, 3)Unwanted behaviors, 4)State-driven requirements, 5)Optional features であり、接続詞にはそれぞれ 2)when, 3)if-then, 4)while, 5)where を使用している。

2.2. EARS 適用後の文章の特徴

2.1. で示した構文を要求仕様文に適用すると単一の要件数は増加し、要件ごとの平均単語数は減少する。これより、一般的に適用後文章には次の特徴が得られる[1]。

- ・ 論理的に文章が再構築され、明確な理解が得られる
- ・ 冗長性が削減され、より単純な文章が作成できる
- ・ 複数の刺激を持つ文章を 1 つの刺激をもつ文章に分解することができる

3. アプローチ

第1章で示した研究課題を踏まえて、初めに、我々が検討した日本語文章における曖昧性を引き起こす要因として以下のようなものが挙げられる。

- ① 1 つの要求について、複数の記述がされており、内容が異なっている
- ② 文の係り受けが複数ある
例)各システム間の連携について、具体的な実現方法や

留意点等について、設計・開発の実績に基づいて提案すること。

問題点)「～について」が2つ出現しており、「設計・開発の実績」への係り受けが複数あり、結果として何に基づいて提案するのが曖昧である。

③主語や目的語などが欠落している

例)この事象が発生したならば、対応する動作を行う

問題点)この文では、「行う」の動作主(主語)が欠落しているため、複数解釈を生んでしまい、曖昧である。

④1 つの単語に複数の意味がある

例)“パス”という単語には“通過”，“受け渡し”，“フォルダなどの保存場所”を示す意味が使い分けられており、曖昧性が生じてしまう場合がある。

この中でも本研究では、②，③のようなシステム動作に関する要求仕様文についての曖昧性を減少させる目的とする。また、②の要因について、接続詞の係り受け構造の曖昧性で、EARS では接続詞を含めてテンプレート化しているためこれを減少させることができる。③については、日本語特有の問題であり、英語においては主語や目的語が必ず記述されるため、日本語文章に適した EARS を作成することで目的を達成できると考えた。

また、EARS は、接続詞に着目して、<刺激>(Stimulus)と<応答>(Response)に対応した文型に限定することにより、解釈が一意に定まることで、曖昧性の減少を可能としている。

このアプローチを参考にし、本研究では、日本語版 EARS を作成し、適用を行うことで要求仕様文における曖昧性の減少を試みる。

4. 提案手法

4.1. 日本語版 EARS の作成

4.1.1. 日本語 EARS の作成方針

まず、以下の3点を日本語版 EARS 作成の方針とする。

- (1) EARS の文型はそのままで作成
- (2) 異なる文型は異なる接続詞の使用
- (3) イベント駆動型の構文の区別

上記のように方針を立てた理由として、言語が異なっても要求されるシステム動作には大差がないため(1)の方針を立て、5 つの構文の区別を明確にするため(2)の方針を立てた。また、システム動作を引き起こすイベントには、システム内部に起因するのか外部に起因するのかという違いがある。さらに、プロブレムフレーム[6]の考えから EARS においてもシステム内外のイベントで接続詞の区別が必要であると結論付け、(3)の方針を立てた。

4.1.2. 日本語版 EARS のテンプレート

表 4.1 に日本語版 EARS のテンプレートを示す。この表のように接続詞を決定した理由として、まず、イベント駆動型に関して、イベントがシステム主体である場合は、同一システムにおける切り替え動作を記述しているため「～のあと」を使用し、イベントが外界主体の場合は、システムに

起因しない突発的な事象によるシステム動作であるため「～のとき」を使用した。このようにイベントの発生主体によってイベント駆動型を2つに分け、各々異なる接続詞を割り当てたことは、オリジナルのEARSにはなかった我々独自の拡張である。また、その他の文型においてもEARSを元に接続詞の重複がないように設定した。

表 4.1 日本語版 EARS テンプレート

型名	構文
ユビキタス型	<システム>は、～する
イベント駆動型	「イベントがシステム主体」 ～のあと、<システム>は、～する
	「イベントが外界主体」 ～のとき、<システム>は、～する
例外処理型	もし、～ならば、<システム>は、 ～する
状態駆動型	<システム>が～している間、 <システム>は、～する
オプション	<システム>が～な際、<システム> は、～する

4.2. 要求仕様文への適用

表 4.1 に示した日本語版 EARS を以下の文に適用した。適用前)

『クライアントからの URL 要求が送られると、アプリケーションサーバへリクエストを転送し、その結果としてのコンテンツを返却する機能を提供する。』[2]

適用後)

『クライアントが URL 要求を送り、アプリケーションサーバへリクエストを転送したとき、システムはその結果としてのコンテンツを返却する。』

この文章は、システム外に起因するイベントによる動作を示す文であるため、接続詞は「～のとき」を適用している。適用前の文章は、『結果』という単語が、「クライアントからの URL 要求が送られる」という文章にかかるのか、「アプリケーションサーバへリクエストを転送し」という文章にかかるのかが一意に定まっていないという曖昧性を含んでいる。しかし、適用後の文章では、『結果』という単語がどの文章にかかるのかが一意に定まり、イベント発生に対応するシステムの動作が明確になった。

5. 日本語版 EARS の評価

5.1. 実験の実施と目的

日本語版 EARS 適用により、EARS をまだ適用していない要求仕様文の曖昧性が適用後に減少するかを評価するための実験を行った。この評価実験は以下の Research Question(RQ)に答えるために、設定した。

RQ1 : EARS を適用する前の要求文の曖昧な箇所が、適用後の文では消滅しているか

RQ2 : EARS を適用する前の要求文ではなかった曖昧箇所が適用後では発現したか

5.2. 評価実験

5.2.1. 評価実験のフロー

5.1 で立てた RQ1, 2 に対する評価実験のフローを、次の図 5.1 に示す。

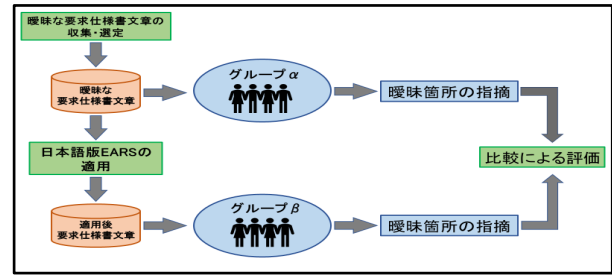


図 5.1: 評価実験のフロー

図 5.1 よりまず、EARS が接続詞に着目して構文を作成しているため、本稿の著者(以下、著者)が、書籍、インターネットなどから接続詞を含み、曖昧性を持つ要求仕様文を収集・選定し、著者が選定した文章に日本語版 EARS を適用させる。その後、指摘対象となる要求仕様文内容への事前知識が同程度の被験者を日本語版 EARS 適用前の文章の曖昧箇所の指摘を行う者のグループ α、日本語版 EARS 適用後の文章の曖昧箇所の指摘を行う者のグループ β に分け、それぞれの文章の曖昧だと思ふ箇所を指摘してもらう。最後に、著者が各文章の指摘箇所の集計を行い、その結果を比較することにより日本語版 EARS 適用箇所において、曖昧箇所が消滅しているか(RQ1)、新たに発現しているか(RQ2)を評価する。

5.2.2. 実験の具体的内容

評価実験を行うにあたり被験者 10 人をグループ α, β に両グループ間での日本語知識や専門的知識の差が生じることがないように均等に割り当てた。

なお、今回のグループ分けにおいて同一人物が両グループに属していることはなく、各グループの被験者は同じ教育課程を受けてきているため、同学年同士では知識や経験の差はないと考える。

その他制約事項は以下の通りである。

- ・実験はメールベースで行う。
- ・作業時間は 30 分程度とし、回答期間は 10 日間とする。
- ・実験は個人単位で行い、内容に関して第三者と連絡をとることを禁ずる。(著者への連絡、質問は可)
- ・インターネットを使用し、要求仕様文にある単語の意味などを調べることは可とする。以下、表 5.1 に実験に使用した文を示す。

表 5.1: 実験使用文

番号	原文内容
文①	災害時(災害等)、非常時業務機能の利用が求められる事態が発生してから、サービスを切り替えるまでの時間を 12 時間以内とする。(札幌市業務システム)
文②	学割証を発行する際は、当該学生の発行済または発行可能残枚数を表示できること。(教務システム貸借 要求仕様書)
文③	コンポーネント A は、起動通知を受信するまで動作しない。(情報伝達型の日本語文章に現れるあいまい表現の類型化とその改善例[3])
文④	バーコードを読み取った際、対象患者が異なった場合、対象オーダが既に変更、中止になっていた場合は、エラーメッセージを表示すること。(電子カルテシステム調達仕様書)
文⑤	セキュリティ監査ログは、任意の項目・キーワード等で検索、一覧表示が可能なようにデータベースとして保存する等の処理を行うこと。(人事評価システム)
文⑥	セキュリティ監査ログの収集を監視し、システム上致命的なログが発生した場合はアラーム等で管理者権限を持つものに通知できるようにすること。(人事評価システム)

¹https://www.city.sapporo.jp/kikaku/it-keiyaku/documents/tenp3.pdf

²https://www.pu-kumamoto.ac.jp/corporation/bid/past_bid/

³https://www.kch-org.jp/wp-content/uploads/2014/03/033815af3afddd5481b8a69652be5cea.pdf

⁴https://www.hosp.ikedo.osaka.jp

5.3. 結論と考察

表 5.2 に日本語版 EARS の適用前後の曖昧性指摘数の変化を示す。

表 5.2：日本語版 EARS の適用前後の曖昧性指摘数の変化

文	適用前	適用後	指摘消滅の有無 (消滅数)	新たな曖昧性の発現の有無 (発現数)
文①	2	1	○ (1)	× (0)
文②	1	0	○ (1)	× (0)
文③	0	0	× (0)	× (0)
文④	1	1	○ (1)	○ (1)
文⑤	1	1	× (0)	× (0)
文⑥	0	1	× (0)	○ (1)

表 5.2 に示した結果を受けて、5.1.で設定した日本語版 EARS の評価基準である RQ1, 2 に対して各文の結論をまとめる。

6 つの文のうち、RQ1 を満たした文は、文①, ②, ④の 3 文であり、RQ2 を満たした文は、文①, ②, ③, ⑤の 4 文である。さらに、RQ1 と RQ2 を同時に満たした文は、文①, ②の 2 文である。

次に、この曖昧性を完全に減少させることができなかつた文③, ④, ⑤, ⑥についての考察を行う。

まず、文③について、「文意がわからない」という指摘があった。これより、文③は、前後の文脈情報がないと文意を理解することが困難であると判断でき、本実験の様々な分野から一文だけを抽出する手法では、正確に日本語版 EARS の効果を検証できない可能性が高い。すなわち、EARS のように文単位で構文を簡素化し、テンプレート化する手法では、その文内から生じる曖昧性は軽減できても、文脈が関与するような文書全体から生じる曖昧性の軽減までは難しいと思われる。

次に、文④, ⑥について考察を行う。適用により新たな曖昧性が発現した理由として、文④, ⑥には、例外処理型を適用しており、条件部分が複数になってしまい、動作部分への係り受けが複雑になったためだと考えられる。

次に、文⑤について考察を行う。文⑤には、ユビキタス型を適用しており、ユビキタス型は、文構造そのものを変化させるのではなく、主語を明確にすることで動作主をはっきりさせる程度であるため、今回の実験のような接続詞による文の係り受けに関する曖昧性に対しては対応できなかったと考えられる。

以上のことから、曖昧性を完全に減少させることができなかつた原因として、文脈を汲み取らないと曖昧性解消が図れないものや係り受けが複雑すぎるため EARS の文型だけでは対処できないものなどがあることが考察できた。

5.4. 妥当性の脅威

5.4.1. 内的妥当性

今回の実験においてはグループ α , β 間での日本語知識や専門的知識の差が生じることがないように大学院生、学部 4 年生、学部 3 年生を均等に割り当てた。

このことから被験者の知識の差によって生じる結論の内的妥当性への脅威は軽減されていると思われる。

5.4.2. 外的妥当性

今回の実験に使用した要求仕様文は表 5.1 でも示した通り、様々な分野から収集したものである。

このことから外的妥当性への脅威は軽減されていると思われる。

5.4.3. 構成的妥当性

はじめに文③については、前後の文脈情報がないと文意を理解することが困難であり、本実験の様々な分野から一文だけを抽出する手法では正確に日本語版 EARS の効果を検証できない可能性が高いため、構成的妥当性は脅かされているといえる。

しかし、他の 5 つの文の様に、文脈情報がなくても一文だけで文意を理解することができる文については、EARS の効果が評価できていると思われる。

5.4.4. 結論的妥当性

本実験では、内的妥当性の観点や被験者への負担などを考慮した結果から実験に使用した文は 6 文であり、被験者は 10 名である。この文や被験者の数は、テンプレートとして汎用的に利用される日本語版 EARS の結論的妥当性への脅威はなかったとは言えない。

6. 日本語版 EARS の応用: ユースケース記述への適用

6.1. ユースケース記述への適用の検討

ユースケース記述は、書き方のテンプレートも提案されているが、自然言語で記述するため、曖昧性が入り込む可能性がある[7]、かつ自然言語を用いて記述する部分が比較的多いという特徴を持つ。また、2.2.で示した EARS 適用後の文章の特徴として単純な文章になり、明確な理解を得られるというメリットがあった。これを受けてユースケース記述内の基本系列と代替系列を日本語版 EARS のイベント駆動型と例外処理に対応付けることで文章の全体像を構造的に把握しやすくなり、要件の欠落が減少すると考えた。

6.2. ユースケース記述への適用と評価

日本語版 EARS のユースケース記述への適用の方法として以下の 2 通りを考えた。

- 1) 日本語版 EARS に従わず記述されたユースケース記述を日本語版 EARS に合わせて記述し直す。
 - 2) 初めから日本語版 EARS に従って記述する。
- 上記の 2 つの方法で日本語版 EARS を適用したユースケース記述の作成が問題なく行えるか、出来上がった記述に差異はないかを、事例を使って調べることとする。これらのことを受けて、本実験ではユースケース記述への適用を以下の手順で、被験者 A, B の 2 名で行った。
- ① A は、要求仕様書 X, Y から日本語版 EARS を用いてユースケース記述を作成する。
(このユースケース記述を直接記述版とする)
 - ② B は、予め第三者が作成した X, Y のユースケース記述に対して日本語版 EARS を適用する。
(第三者が作成したユースケースを原本版、B が修正したものを書き換え版とする)
 - ③ それぞれが作成したユースケース記述を比較し、評価を行う。

また、要求仕様書 X は「飛行機予約システム: 学生レポート」、要求仕様書 Y は「酒屋注文システム: 学生レポート」である。なお、直接記述版は書き換え版の全要素を含んでいるものとし、日本語版 EARS を基本系列に適用することで、詳細な理解が得られるようになることで代替系列の検討漏れが減少すると考えたことから代替系列の数の変化を今回の評価基準とする。

6.3. 評価結果

6.3.1. 系列数の比較

各ユースケース記述の規模を示す基本系列の数を以下の表 6.1 に、代替系列の数を表 6.2 に示す。

表 6.1 各ユースケース記述基本系列数

	原本版	書き換え版	直接記述版
要求仕様書 X	7	7	8
要求仕様書 Y	5	5	5

表 6.2 各ユースケース記述代替系列数

	原本版	書き換え版	直接記述版
要求仕様書 X	1	2	3
要求仕様書 Y	1	3	4

表 6.1 に示した比較結果から要求仕様書 X についてはユースケース記述の基本系列の数が修正により増加していることがわかる。また、表 6.2 に示した比較結果から各要求仕様書のユースケース記述の代替系列の数は修正により増加していることがわかる。

これより、ユースケース記述の基本系列に日本語版 EARS を適用することで 1 つの要件をより詳細な複数の要件に分解することができ、代替系列の欠落を減少することも可能となったといえる。

6.3.2. 代替系列の包含関係

表 6.2 の要求仕様書 X についての各ユースケース記述で検討した代替系列の具体例を示す。まず、原本版では、「該当する便がない」場合の代替フローしかなかったが、それに日本語版 EARS を適用し、書き直したもの(書き換え版)は、「選択された便が満席」の場合が、さらに最初から日本語版 EARS を使用し、記述したもの(直接記述版)は、それに加えて「客が正しく情報を入力されていなかった」の合計 2 つの場合が欠落していることが分かり、また、直接記述版は書き換え版の、書き換え版は原本版の代替系列をそれぞれ含んでいることがわかる。

6.4. 結論と考察

6.3.1 と 6.3.2 で示したようにユースケース記述の基本系列に日本語版 EARS を適用することで検討できる代替系列は増加していることがわかる。これより適用を行うことでユースケース記述における代替系列の欠落を減少させることができたといえる。

さらに、直接記述版と書き換え版の代替系列の数が一致しない理由として、直接記述版では原本版の基本系列と比較した際、<刺激>と<応答>に基づき、1 つの基本系列が最初からシステム動作をより細かい粒度で記述しており、それに対応した代替系列を漏れなく抽出することが可能になっていると考えられる。

7. 今後の課題

7.1. 例外処理型への検討

5.3より、文④、⑥に適用したイベント駆動型において、元の文の条件部分の数が複数あると適用後にもそれを解消できず、係り受けによる曖昧性が生まれてしまった。これに対する改善策として、日本語版 EARS のみでは難し

いと考えられ、日本語版 EARS とともに各要求仕様書に応じた言葉や条件などをあらかじめステークホルダとすり合わせ、より詳細な制約を設けるなどの手法が有効であると考ええる。

7.2. 文単位でのテンプレート方式の限界

5.4.3.でも述べた文③の問題については、複数の要求仕様書から一文ずつ抽出するのではなく、一つの要求仕様書の適用可能な全ての文に対して日本語版 EARS を適用させ、抽出を行わず、前後関係により文意理解が困難にならないよう考慮した形で再度、実験評価を実施する必要があると考える。また、5.3.の結論と考察でも記述したように日本語版 EARS のように文単位で構文を簡素化し、テンプレート化する手法では、文書全体から生じる曖昧性の軽減については限界があるため、別の手法との組み合わせを考える必要がある。

7.3. 他の方法論への適用

第6章でユースケース記述への適用を行ったように日本語版 EARS はあくまでテンプレートであり、汎用性のさらなる確認が重要である。そのため、本研究で着目したシステムのイベント内外における型の区別の観点から状態遷移図などへの適用を行う必要があると考える。また、状態遷移図へ適用後日本語文章の入力を行うと自動的に日本語版 EARS の文章へ修正を行う支援ツールの開発も課題であると考ええる。

8. まとめ

本研究では、日本語要求仕様文における曖昧性の減少を課題として、日本語版 EARS を作成した。この日本語版 EARS を用いることで文脈情報がなくても一文だけで文意を理解することができる文の曖昧性の減少を可能とし、ユースケース記述においても基本系列への適用を行うことで代替系列の検討漏れを防ぐことができた。

9. 参考文献

- [1] Alistair Mavin, Philip Wilkinson, Adrian Harwood and Mark Novak : *EARS (Easy Approach to Requirements Syntax)*. Rolls-Royce PLC(August 2009).
- [2] 高橋淳也・高橋 宏季・位野木 万里:『日本語で記述された情報システムの要求仕様書中のあいまい表現が開発範囲に与える影響に関する考察』. 情報処理学会第81回全国大会, 工学院大学, 東京, 2019, p2.
- [3] 阿部圭一:『情報伝達型の日本語文章に現れるあいまい表現の類型化とその改善例』, 情報処理学会デジタルプラクティス Vol5 No1, 愛知工業大学, 愛知, 2014, p70-79.
- [4] 大西淳・阿草清滋・大野豊:『要求フレームに基づいたソフトウェア要求仕様化技法』, 情報処理学会, 1989, p175-179.
- [5] Francis Chantree・Bashar Nuseibeh :『Identifying Noun Ambiguities in Natural Language Requirements』, 14th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'06).
- [6] Michael Jackson(著)[榊原彰, 牧野祐子(訳)]:『プロブレムフレーム ソフトウェア開発問題の分析と構造化』, 翔泳社, 2006.
- [7] Alistair Cockburn :『Writing Effective Use Cases』, Addison-Wesley Professional, 2000.