

ISO15118規格オープンソースの EXI変換処理改版方法について

Update Method of EXI Conversion Processing conforming to ISO15118 Standard with Open Source

小濱 義明
Yoshiaki KOHAMA

木下 統英
Motohide KINOSHITA

要旨

電気自動車の充電通信規格である ISO15118 規格に準拠した EXI 変換を行うオープンソース (OpenV2G) や市販のソフトが、充電機器の開発に利用されている。

しかし、ISO15118 規格は改版に向けて見直し段階であり EXI 変換ソフトの最新版は逐次提供されない。また、開発場面などでは ISO15118 規格に変更を加えたフォーマットで通信の検討を行いたい場合があるが、これには市販ソフトの開発依頼が必要でありフレキシブルに開発を行うことができない課題があった。

そこで、開発期間短縮のため、オープンソースや市販のソフトの開発を待たずに自社で設計開発が行えるよう、ISO15118 規格およびオープンソースの変換仕様を調査し、オープンソースをベースに最新 ISO15118 規格に準拠した独自の EXI 変換を使用した設計方法について紹介する。

Abstract

Open source (openV2G) and commercial software, which perform EXI conversion conforming to ISO15118 standard of electric vehicle charging communication, are being used for the development of charging devices.

However, since ISO15118 standard is being reviewed to be revised, the latest version of EXI conversion software is not provided sequentially. In addition, although there is a situation where the communication has to be examined with a modified format to ISO15118 standard in development scene or others, there was an issue that development couldn't be performed flexibly because a request for commercial software development is required for this.

Therefore, in order to shorten the development period, ISO15118 standard and open source conversion specifications are studied so that in-house design development can be performed without waiting for developments of open source or commercial software. As a result, the design method, which uses unique EXI conversion conforming to the latest ISO15118 with the open source, is introduced in this article.

1. はじめに

近年、資源制約や環境問題への関心の高まりを背景に電気自動車 (EV/PHEV) が注目を集めている。電気自動車の普及に向けて充電システム (図 1)

はキーシステムとして、現在、各国 / 地域で充電システムやその通信方式の標準化 (表 1) が進められている。

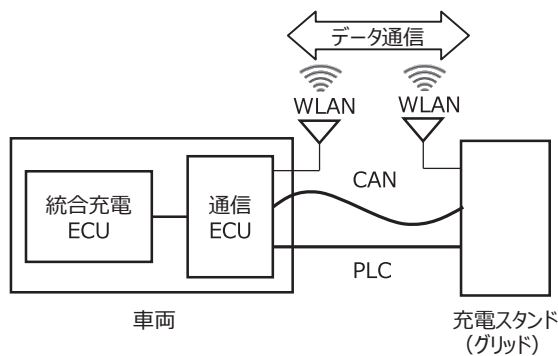


図1 充電システム構成図

表1 各国 / 地域での充電規格と通信プロトコル

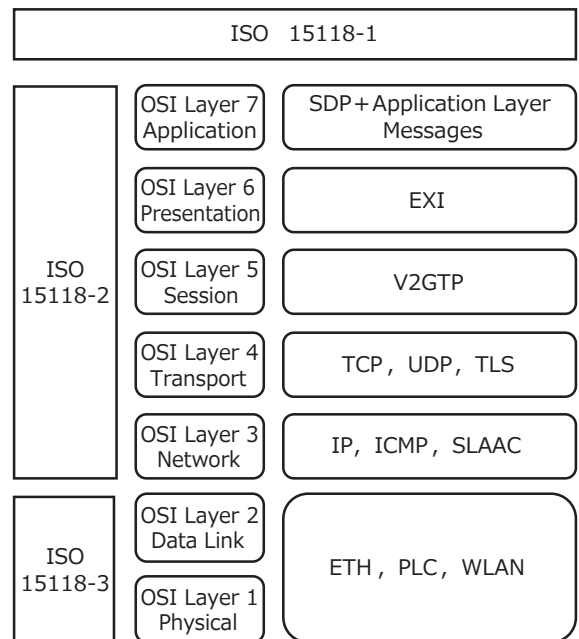
国、地域	日本	中国	欧州	北米
充電規格	CHAdeMO規格	GB規格	Combined Charging System (CCS)	Combined Charging System (CCS)
通信プロトコル	CHAdeMO方式 (CAN)	J1939 (CAN)	ISO 15118 (PLC/無線)	SAE J2847/2 (PLC)

現在、当社ではISO15118規格に準拠した充電通信 ECU の開発を行っている。

ISO15118 について説明すると、規格名は「Vehicle to Grid (V2G) - Communication Interface」であり、和訳すると「電気自動車とグリッド（電力網）間の通信インターフェース」となる。また、規格構成は表2のように細分化され、OSI 参照モデルの通信レイヤ、プロトコルとの関係は図2となっている。

表2 ISO15118 規格の詳細¹⁾

規格名称	概要
ISO15118-1	一般情報とユースケース定義
ISO15118-2	ネットワークおよびアプリケーションプロトコルの要件
ISO15118-3	物理およびデータリンク層の要件
ISO15118-4	ネットワークおよびアプリケーションプロトコル適合性テスト
ISO15118-5	物理およびデータリンク層の適合性テスト
ISO15118-6	ワイヤレス通信の一般情報とユースケース定義
ISO15118-7	ワイヤレス通信のネットワークおよびアプリケーションプロトコルの要件
ISO15118-8	ワイヤレス通信の物理層とデータリンク層の要件

図2 ISO15118 と OSI 参照モデル、プロトコルの関係¹⁾

当社の開発では機能実現のため、ISO15118 の車両とグリッド間（V2G）通信インターフェースの基本的な機能を実装するオープンソースである、OpenV2G⁴⁾ を活用しており、図3に充電通信ソフトの構成を示す。

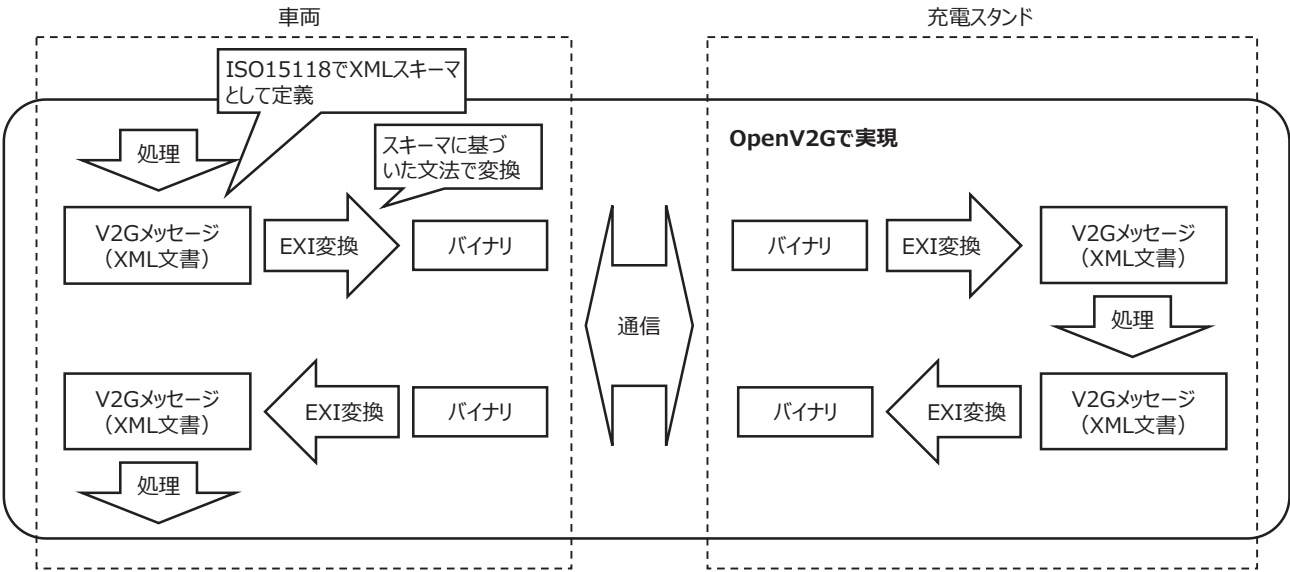


図 3 充電通信ソフト構成

現在、当社の開発状況は、試作開発中であるが、ISO15118 規格は改訂途中で原案が修正される段階であるため、充電通信システムの開発を行うためには、規格の変更案が公開される都度オープンソースの改版を待つなどの必要があり、開発にタイムラグが発生してしまう課題があった。

そこで、オープンソースと同じように独自で開発をするためには、ISO15118 規格の XML スキーマを変更し、スキーマに基づいた文法 (Schema-informed Grammars) で行われる EXI 変換処理を理解する必要があるため、それに必要な技術や手順について調査を行った。

2. ISO15118規格のEXI構造

EXI は OSI 参照モデルの Layer6 のプレゼンテーション層で使用され、ネットワークおよびアプリケーションプロトコルの要件の ISO15118-2 で規定されている。EXI は XML 文書の内容を EXI ストリームとしてバイナリで表し、EXI Header の後に EXI Body が続く構造となっている。

2.1 EXI Header

EXI Header には、EXI 本体をデコードするために必要な情報が保存される。最少ヘッダーは 1 バイトで表現され、OpenV2G では、最少ヘッダーの 1 バイトデータとなっている (図 4)。

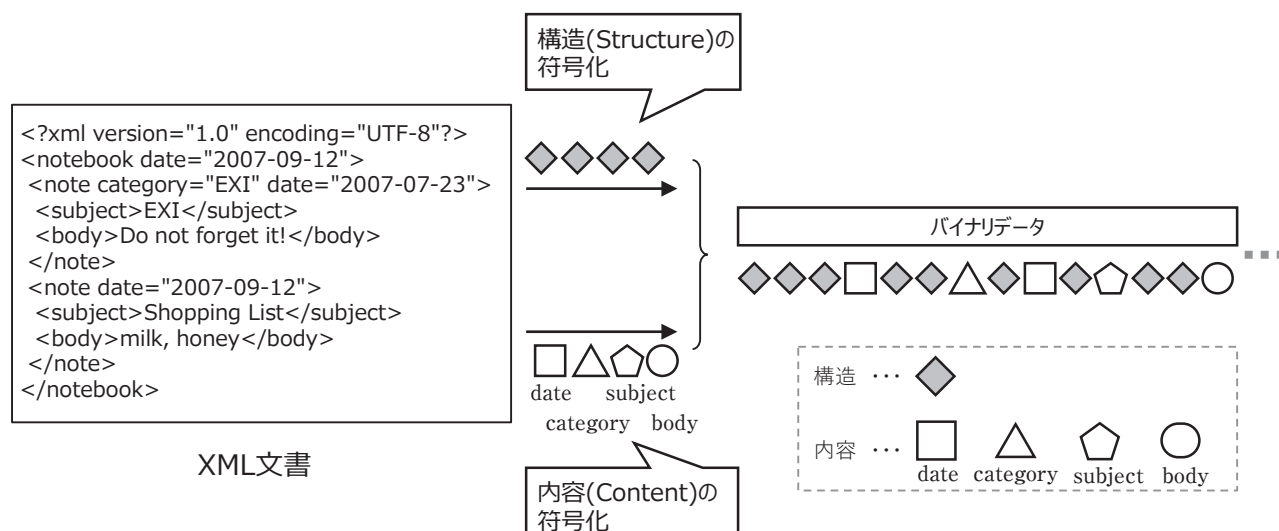
EXI Header構造 ※ []は省略可能

[EXI Cookie]	Distinguishing Bits	Presence Bit for EXI Options	EXI Format Version	[EXI Options]	[Padding Bits]
--------------	---------------------	------------------------------	--------------------	---------------	----------------

OpenV2Gでの値(bit) ⇒ 0x80

-	10	0	0 0000	-	-
---	----	---	--------	---	---

図 4 EXI Header 構造と OpenV2G の値²⁾

図5 EXI Body Stream ³⁾

2.2 EXI Body

EXI Body には、XML の V2G 通信メッセージがバイナリ変換されて格納されている。ISO15118 規格で使用される変換方法は、スキーマに基づいた文法であり、この文法に基づき Structure (構造) と Content (内容) に分けて符号化を行い、その結果を順番に並べて EXI ストリームをバイナリデータで作成して EXI Body に格納している。図5にその概略を示す。

3. EXI変換と差分開発

ISO15118 規格の充電シーケンスでは、使用するメッセージを V2G メッセージと呼び、XML 形式で記述され、EXI 変換でバイナリにエンコードして送受信を行っている。使用する V2G メッセージは、ISO15118-2 規格の中で XML スキーマとして定義されており、OpenV2G ではその XML スキーマを利用し、スキーマに基づいた文法を使用して EXI 変換を実施している。

そこで、EXI 変換方法を導き出すため、ISO15118 規格と OpenV2G のソースを見比べて EXI 変換方

法のノウハウを導き出した。

3.1 Structure (構造) の符号化

V2G 通信メッセージは、V2G アプリケーション層プロトコルハンドシェイクメッセージと V2G アプリケーション層メッセージの2つの異なるメッセージセットからなり、それぞれに XML スキーマが存在する。

Structure の符号化ではまず初めに、上記の XML スキーマから対応するプッシュダウンオートマトンを作成する。図6に XML スキーマと作成したプッシュダウンオートマトンの例を示す。

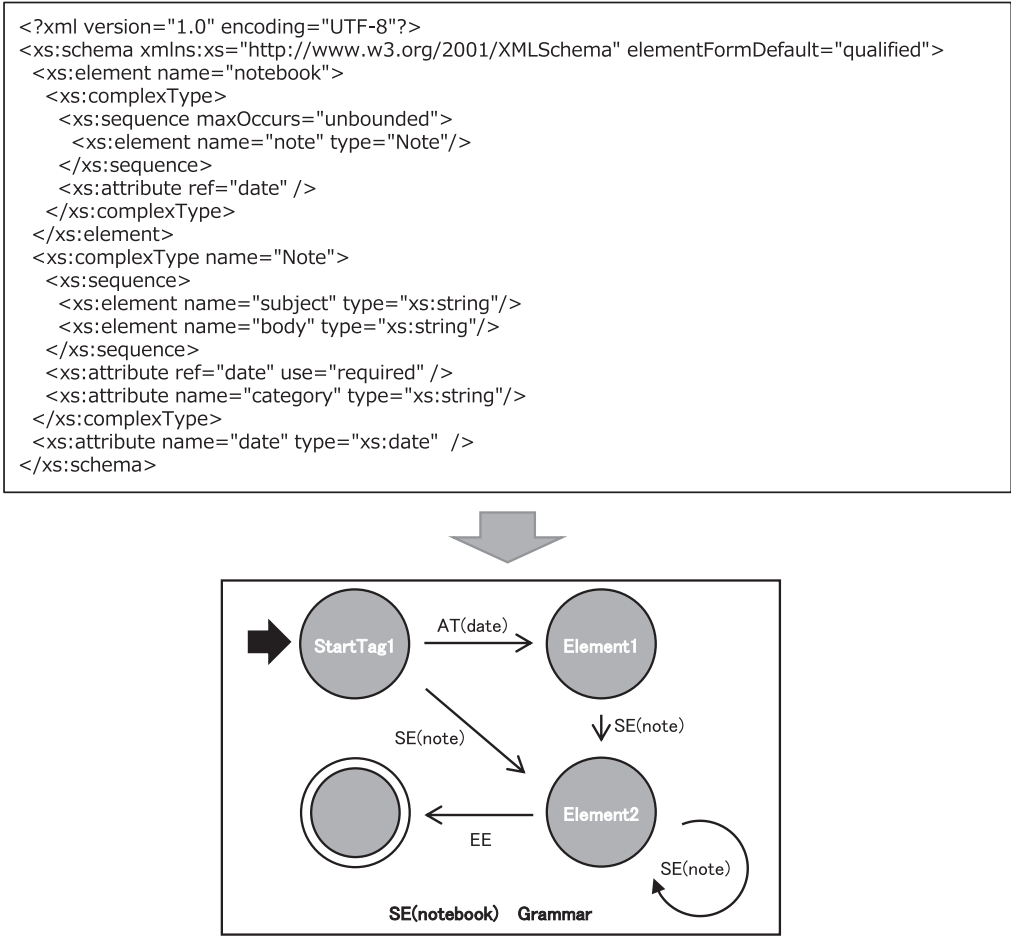


図 6 XML スキーマと対応する文法の一例³⁾

次に作成したプッシュダウンオートマトンから、イベントごとにイベントコードを付けて符号化を行う。図 6 からイベントコードを付与して符号化した結果を図 7 に示す。

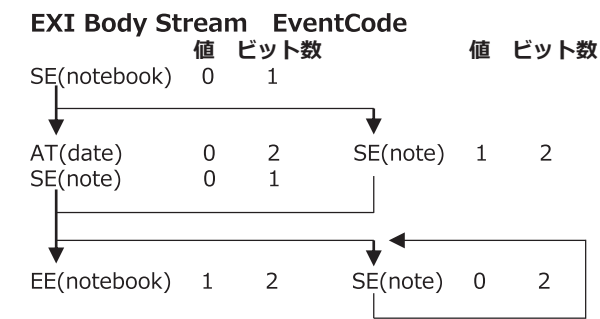


図 7 SE(notebook) のイベントコード³⁾

具体的なプッシュダウンオートマトンの作成方法とイベントコードの符号化についてまとめると、

次の①～⑩となる。

- ① XML スキーマから、EXI Event Type (表 3) の割り付けを行う。ただし、ISO15118 規格では、Start Element、End Element、Attribute、Characters だけを使用する。
- ② XML スキーマに記載されているすべての complexType (構造のある) 要素を DocContent のプッシュダウンオートマトンに登録し、要素名のアルファベット順にイベントコードを割り付ける。
- ③ complexType (構造のある) 要素ごとに対応するプッシュダウンオートマトンを作成し、要素の type が simpletype (構造がない) 要素になるまで、ツリー構造を分解する。
- ④ 含まれる要素の順番は、sequence タグがある場

表3 EXI Event Type 一覧

EXI Event Type	文法表記	備考
Start Document	SD	ISO15118のスキーマに基づいた文法では、省略
End Document	ED	ISO15118のスキーマに基づいた文法では、省略
Start Element	SE (qname)	
	SE (uri:*)	
	SE (*)	
End Element	EE	
Attribute	AT (qname)	
	AT (uri:*)	
	AT (*)	
Characters	CH	
Namespace Declaration	NS	ISO15118のXMLスキーマに存在しない
Comment	CM	ISO15118のXMLスキーマに存在しない
Processing Instruction	PI	ISO15118のXMLスキーマに存在しない
DOCTYPE	DT	ISO15118のXMLスキーマに存在しない
Entity Reference	ER	ISO15118のXMLスキーマに存在しない
Self Contained	SC	ISO15118のXMLスキーマに存在しない

合、タグで挟まれた上からの順番とし、ない場合は要素名のアルファベット順とする。

- ⑤ XMLスキーマの sequence タグ内で minOccurs、maxOccurs がついていない要素は、要素数が最少1～最大1の意味で必須となり、必ずその要素を含む。必須要素のイベントコードは一意となり、値0、ビット数1で設定する。
- ⑥ XMLスキーマの sequence タグ内で minOccurs="0" が記載されている要素は、要素数が最少0～最大1の意味で、オプションとなる。オプションの場合、要素の有り、なしが発生するため分岐となり、イベントコードは、分岐するパターンごとに値を割り当てる。
- ⑦ XMLスキーマの sequence タグ内で maxOccurs

= "?" (?? は数字) が記載されている要素は、要素数が最少1～最大??の意味でリストとなる。リストの場合、要素の分岐と繰り返して表現し、イベントコードは、次のリストがあるかないかで値を割り当てる。

- ⑧ XMLスキーマの choice タグ内の要素は、choice 内の要素の一つを選択するように分岐する。各要素に上から順でイベントコードを付与し、どれか一つ選択できるようにする。
- ⑨ XMLスキーマの AT は sequence、choice タグ外にあり、順番は sequence、choice 内の要素より前になる。また、sequence、choice タグ外では、use="required" の記載がある場合は必須、ない場合はオプションとなる。AT のイベントコードについては、要素と同様に必須、オプションの分岐に合わせて付与する。
- ⑩ XMLスキーマで要素に substitutionGroup (置換可能な要素) がある場合、元の要素を含めて、置換が可能な要素のひとつを選択するよう分岐する。元の要素を含め、各要素にイベントコードをアルファベット順で付与し、どれか一つ選択できるようにする。

3.2 Content (内容) の符号化

Content の符号化については、XMLスキーマのデータ型に対応して EXI 変換の符号化を実施する。データ型ごとの EXI 変換の符号化はすでにオープンソース (OpenV2G) で実装されているため、処理をそのまま利用することとする。表4にXMLスキーマのデータ型と対応する OpenV2G の関数一覧を示す。

string 型については、enumeration の記載があれば文字列ではなく数字に変換する。また、Content を含む Event type は AT と CH だけで、AT は、要素と同じくオプションがあるため、分岐に沿ってイベントコードを決める。また、CH は、必ず SE と EE に挟まれているため、イベントコードは一意となり、値0、ビット数1で設定する。

表4 XMLスキーマのデータ型と対応するオープンソース（OpenV2G）の関数一覧

EXIデータ型表現	XMLスキーマのデータ型	対応するOpenV2G関数
Binary	base64Binary、hexBinary	encodeBinary 、decodeBinary
Boolean	boolean	encodeBoolean 、decodeBoolean
Date-Time	dateTime、time、date、gYearMonth、gYear、gMonthDay、gDay、gMonth	encodeDateTime、decodeDateTime
Decimal	decimal	encodeDecimal 、decodeDecimal
Float	float、double	encodeFloat 、decodeFloat
n-bit Unsigned Integer	minInclusive、minExclusive、maxInclusive、およびmaxExclusiveファセットの値によって決定される境界範囲4096以下のinteger	encodeNBitUnsignedInteger decodeNBitUnsignedInteger
Unsigned Integer	0以上の値で指定されたminInclusiveファセットまたは-1以上の値で指定されたminExclusiveファセットを持つ、nonNegativeIntegerまたはinteger	encodeUnsignedInteger decodeUnsignedInteger
Integer	nビットの符号なし整数または符号なし整数で、まだカバーされていないその他のinteger	encodeInteger 、decodeInteger
String	string、anySimpleType、およびunionによって直接派生したすべての型	encodeString 、decodeString
List	NMTOKENS、IDREFS、ENTITIESなど、listから直接派生したすべての型	リストを構成するデータ型が対応する関数
QName	Preserve.lexicalValuesオプションの値がfalseの場合のxsi:type属性の値	encodeString encodeNBitUnsignedInteger decodeString decodeNBitUnsignedInteger

4. おわりに

本稿ではISO15118規格のオープンソース（OpenV2G）やEXI変換の規格を調査し、オープンソースをベースに最新ISO15118規格への対応や独自フォーマットのEXI変換の開発を行える手順について述べた。それにより、EXI変換の開発を行える技術を習得し、EXI変換処理すべてを設計開発するためのベースとなる技術を獲得することができた。また、ISO15118規格改版時にオープンソースがいつ改版されるかわからないリスクに対し、本稿で述べた内容をベースに設計開発することで事前に動作検証できるメリットがある。

今後は規格変更の際の実開発を通じて更なる技術習得を行っていききたい。

参考文献

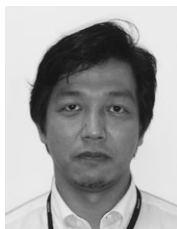
- 1) ISO 15118-2:2014 Road vehicles - Vehicle-to-Grid Communication Interface - Part 2: Network and application protocol requirements, ISO TC 22/SC 31
- 2) Efficient XML Interchange (EXI) Format 1.0 (Second Edition), 2014-02-11, W3C
<http://www.w3.org/TR/exi/>
- 3) Efficient XML Interchange (EXI) Primer, 2014-04-24, W3C
<http://www.w3.org/TR/exi-primer/>
- 4) OpenV2G ウェブサイト
<http://openv2g.sourceforge.net/>

筆者紹介



小濱 義明
こはま よしあき

株式会社デンソーテン
テクノロジー



木下 統英
きのした もとひで

株式会社デンソーテン
テクノロジー