

# 平城宮跡歴史公園第一次大極殿院南門復原整備工事におけるVR技術の活用について

泉屋 勇斗<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都営繕事務所 保全指導・品質確保課

(〒606-8395京都市左京区丸太町川端東入ル東丸太町3 4-1 2 京都第2 地方合同庁舎 5 階)

第一次大極殿院南門復原整備工事（以下「本工事」という）は、奈良時代の前半に建設された建築物を伝統的な木構造を用いて、形態・材料・工法などを厳正に復原する工事である。よって、現代建築における経験知が通用せず、図面だけでは建物の完成イメージを掴みにくいことから、仮設計画の検討に要する時間と労力の軽減が本工事の課題であった。

本論文では、本工事を対象に、建設現場でのi-Constructionの推進としてVR技術を用いて、工事関係者間の調整の円滑化や、品質・生産性の向上に取り組んだ事例を紹介すると共に、VR技術の今後の活用展開についても考察する。

キーワード i-Construction , VR技術

## 1. 本工事の概要

「古都奈良の文化財」として奈良の国宝建造物と共に特別史跡として世界遺産に登録されている平城宮跡にて、北方に位置し、古代の宮都の中心施設として、国家の重要な儀式が行われていた場所にある第一次大極殿院の正面入口に位置している第一次大極殿院南門は、文化庁による整備構想（「特別史跡平城宮跡保存整備基本構想推進計画」）に基づき国土交通省が復原整備を進めている建築物の一つである。京都営繕事務所は本工事の工事監督を担当している。

### (1) 工事概要

工事場所：奈良県奈良市佐紀町地先

敷地面積：175,444m<sup>2</sup>

(図-1-1)

#### a) 南門

建築概要：木造 平屋建 新築1棟

延べ面積：195.68m<sup>2</sup>

完成予定：令和4年3月

(図-1-2)

#### b) 素屋根（施工中建築物を風雨から守る仮設構造物）

建築概要：鉄骨造 新設

延べ面積：2,143.96m<sup>2</sup>

(図-1-3)

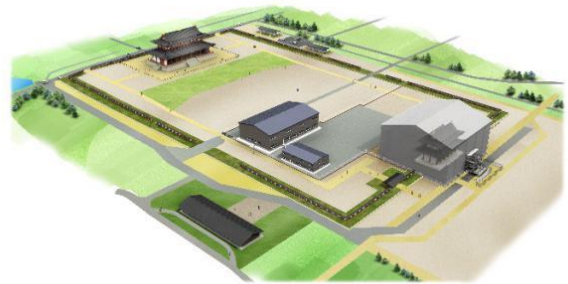


図-1-1 第一次大極殿院（全景）



図-1-2 第一次大極殿院南門（完成イメージ）



図-1-3 第一次大極殿院南門（素屋根）

## 2. 課題

各施工段階でどのような仮設足場が追加に必要なのかについて、現代建築の現場では、工事受注者である元請、大工、鳶工など、それぞれの経験知にてある程度決めることができる。

しかし、本工事は、奈良時代の伝統的な形態・材料・工法などを厳正に復原する工事であるため、これまでの経験知が通用せず、図面だけでは建物の完成イメージが掴みにくいことから、各施工段階における追加の仮設足場の施工イメージの共有が難しい。

そのため、その都度、現場にて思わぬ仮設足場等の検討が必要になり、検討時間や施工手間などの手戻りが発生してしまい、現場の生産性が大きく低下していた。

## 3. 課題解決に向けた検討

建設業における働き方改革への取り組みとして、ICT、情報技術を活用したi-Constructionを推進している。

そこで、図面だけでは掴みにくかった建物の完成イメージを工事関係者間で共有するため、VR技術（Virtual Reality=仮想現実）を活用することとした。

本工事では、より安全性や確実性のある仮設足場の設置が求められる。そのため工事受注者である元請は、仮設足場の机上検討段階にて、現場の大工や鳶工などの意見を事前に取り入れることが重要である。

VR技術を活用したのは、元請、大工、鳶工などの工事関係者が、南門の複雑な完成イメージを3次元で共有して可視化することで、事前に現場の施工シミュレーションが検討できるため、意見を効率的に取り入れることが可能となり、検討時間や施工手間などの手戻りの発生がなくなると判断したためである。

## 4. 施工におけるVR技術の活用方法

まず、実際に大工や鳶工などに実際に HMD（ヘッドマウントディスプレイ）を装着してもらい、BIM（Building Information Modeling=コンピュータ上に作成した3次元の建築情報）で作成した建築物を VR 内で可視化することにより、工事関係者間で完成イメージを共有する。

(図-4-1) (図-4-2) (図-4-3)

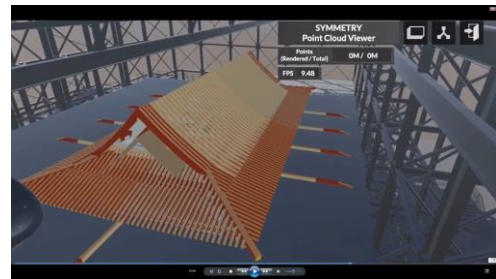


図-4-1 VR内素屋根、南門完成イメージ（二重屋根部）  
（追加仮設足場設置前）



図-4-2 VR内素屋根、南門完成イメージ（初重屋根部）  
（追加仮設足場設置前）

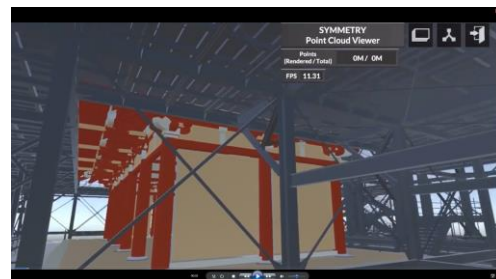


図-4-3 VR内素屋根、南門完成イメージ（初重軸部）  
（追加仮設足場設置前）

次に、素屋根、南門内にて新たに追加が必要となる仮設足場の設置場所の検討のため、大工や鳶工などにVR検証をしてもらう。

(図-4-4) (図-4-5)



図-4-4 大工による素屋根内仮設足場VR検証



図-4-5 鳶工による素屋根内仮設足場VR検証

大工や鳶工などにVR内の仮想現実を体験してもらうことにより、VR内にて「もっとここに仮設足場（作業台）があったほうがいい」などの具体要望を聞き出す。これを繰り返す。

(図-4-6)

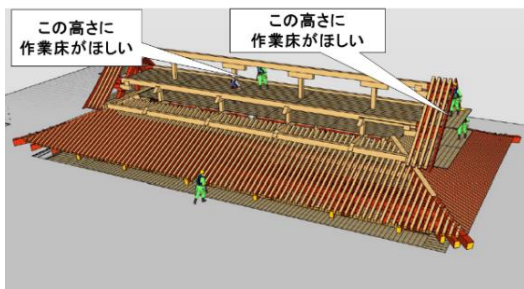


図-4-6 VR内素屋根内仮設足場（作業床）提案イメージ

## 5. 実証結果

VR技術の活用を通じ、早期に机上検討段階で大工や鳶工などの意見を取り入れ、事前にシミュレーションを繰り返すことにより、元請、大工、鳶工などの工事関係者間で(図-4-1)～(図-4-3)のような図面だけでは掴みにくかった完成イメージの共有が事前に図られたことで、(図-5-1)のような、より安全性、確実性のある追加の

仮設足場の設置をVR内にてシミュレーションすることができた。

(図-5-1)

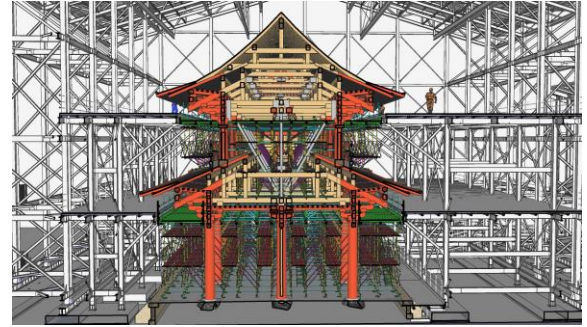


図-5-1 VR内南門断面イメージ図（全景）  
(追加仮設足場設置後)

VR技術による事前検証について、大工や鳶工などにヒアリング調査を実施したところ、総じて評価が高く、「建築物の理解が深まった」、「職人でも気がつかない思わぬところに足場が必要であることが工事関係者間で事前共有できてとてもよかった」などの意見が得られた。

工事関係者にて事前にイメージを共有することにより、VR技術導入後は本工事現場において突発的な思わぬ仮設足場等の検討はなくなり、VR技術導入前には生じていた検討時間や施工手間などの手戻りをなくすことができた。結果として、より確実性のある仮設計画を作成することができ、また、副次的な効果として、思わぬ仮設足場事故を予防することができることも考え得る。

上記により、本工事にてVR技術を活用することにより、関係者間調整の円滑化につながり、後々の施工管理などにて、品質・生産性の向上を図ることができたといえる。

## 6. 現場公開イベントでのVR技術の活用事例

近畿地方整備局は、工事受注者の協力も得て、施工中の平城宮跡歴史公園 第一次大極殿院南門を対象に、期間限定で工事現場を間近で見学できる特別公開を令和元年度に2回開催した。(第1回特別公開；2019年5月25日(土)・26日(日)、第2回特別公開；2019年10月26日(土)・27日(日))

特別公開の企画として、素屋根内の2階復原整備情報コーナーにて、VR体験コーナーを設けて、図-6-1のように来場者に南門復原完成後の空間を体験してもらった。内容は、実際にHMDを装着してもらうことで、2分間のガイド音声付きで完成後の空間を体験してもらうものである。



来場者は、通常は見学することができない小屋裏の状況 (図-6-3) や、屋根の最も高い部分である大棟 (おおむね) の両端に取り付けられた古代装飾である鴟尾 (しび) の大きさ (図-6-4) などの完成イメージをHMD内のあらゆる角度から体験できる。

(図-6-1) (図-6-2) (図-6-3) (図-6-4)



図-6-1 特別公開時のVR体験



図-6-2 VR内の南門状況 (全景)

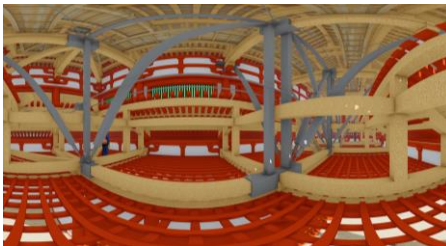


図-6-3 VR内の小屋裏状況 (二重目)



図-6-4 VR内の屋根上部状況

第2回南門特別公開イベントの際に、国営飛鳥公園事務所が来場者を対象に実施したアンケート調査結果を (表-6-1) (図-6-5) にて示す。調査項目の設問にて、「本日の特別公開は満足しましたか」という項目があり、さらに「そのような評価をした主なポイントは何ですか (2つを選択)」という問いを設けた。図・表より、アンケート回答者の中で VR 体験は一定の評価ポイントを得ていることが示され、VR 体験を評価した全体の中で

も、特に 20 歳以下の男子や 50 歳代の男女や 70 歳代 80 歳代以上の男女など高齢の方に評価を得ていることが伺える。

上記の評価を頂いた具体的な理由としては「説明がわかりやすかった」などの意見が多数あがった。このようなアトラクション的な使い方は、完成イメージが掴みにくい特殊な建築物の工事現場であるほど、ユーザーに対して費用対効果が高く、プレゼンテーションを伴う案件では、評価者 (複数人数) へのアピール度が非常に高いことが伺える。

以上より (図-6-5) の結果に基づく考察ではあるが、VR 技術を活用した VR 体験は、パネル展示や専門家の説明より評価ポイントが高いことから、建設業や歴史公園の魅力発信の効率的なコミュニケーションツールとして有効であると評価できる。このように南門特別公開イベントで活用できたように、今後の営繕事業にも展開していきたいと考える。

(表-6-1) (図-6-5)

表-6-1 アンケート調査結果評価表 (合計200%)

	南門復原整備工事の現場	パネル展示	木材・材料展示	宮大工実演	VR体験	専門家の説明	その他	無記名
全体 (n=1647)	60.9	15.5	32.7	50.7	23.4	14.6	4.3	5.6
性別								
男性 (n=875)	65.3	16.2	32.2	47.0	23.9	14.1	2.9	4.7
女性 (n=702)	56.8	15.2	33.2	57.3	23.1	15.5	5.0	5.3
性×年代別								
男性・20歳未満 (n=56)	42.9	12.5	32.1	39.3	26.8	10.7	1.8	8.9
男性・20歳代 (n=45)	66.7	13.3	48.9	48.9	8.9	8.9	2.2	2.2
男性・30歳代 (n=66)	77.3	16.7	34.8	36.4	21.2	15.2	4.5	4.5
男性・40歳代 (n=147)	64.6	15.6	31.3	53.1	17.7	13.6	1.4	4.1
男性・50歳代 (n=198)	67.7	16.2	30.3	51.0	28.3	15.7	2.5	4.5
男性・60歳代 (n=217)	65.0	18.0	31.3	49.3	23.5	17.5	3.7	4.1
男性・70歳代 (n=124)	65.3	17.7	33.1	39.5	30.6	8.9	4.0	4.0
男性・80歳以上 (n=17)	70.6	11.8	17.6	35.3	29.4	17.6	0.0	11.8
女性・20歳未満 (n=49)	32.7	4.1	32.7	53.1	20.4	8.2	8.2	8.2
女性・20歳代 (n=49)	59.2	8.2	34.7	71.4	10.2	12.2	10.2	4.1
女性・30歳代 (n=80)	62.5	20.0	40.0	58.8	16.3	17.5	7.5	8.8
女性・40歳代 (n=142)	54.2	14.8	35.2	63.4	21.8	16.2	1.4	7.0
女性・50歳代 (n=161)	60.9	14.3	31.1	52.2	31.1	18.0	3.7	5.0
女性・60歳代 (n=130)	63.1	13.1	26.2	56.9	23.1	13.2	5.4	3.1
女性・70歳代 (n=82)	51.2	28.1	37.8	50.0	23.2	17.1	4.9	2.4
女性・80歳以上 (n=7)	57.1	14.3	14.3	57.1	57.1	28.6	14.3	0.0

\*注1) 2つを選択する設問のため合計200%としている。

\*注2) n=回答者数とし、性別、年代の無回答も全体に含める。

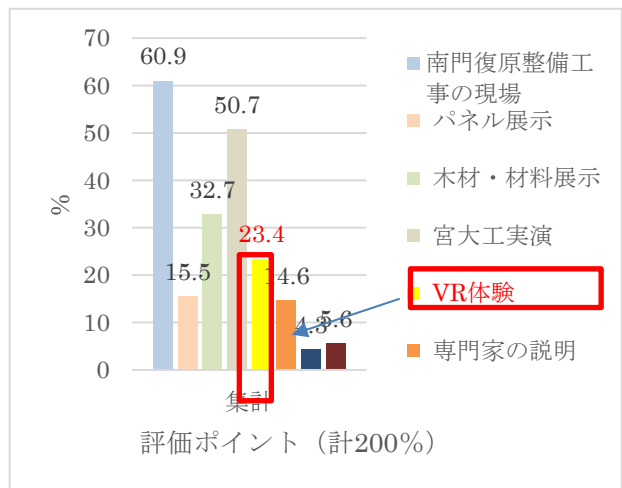


図-6-5 CS結果グラフ

## 7. まとめ

実証結果より、本工事現場で VR 技術を活用することで、関係者間の調整が円滑になり、検討時間が省かれることで、品質・生産性の向上にも繋がる事が確認できた。このことにより、建設業に VR 技術を用いることが、建設業の課題である働き方改革に有効な手段であることが考えられる。

また、活用事例より、工事関係者以外の第三者を対象に実施した、VR 技術を用いて完成形を体験してもらう企画が好評を得たことから、事業説明、広報にも有効であることがいえ、建築物に関する専門的知識の少ない施設管理者や、しいては地域住民や国民への工事説明のコミュニケーションツールとしても十分に応用できることも考えられる。

最後に、当研究に御協力いただいた関係者各位に御礼を申し上げます。本研究が今後の VR 技術の活用の参考になれば幸いです。