บทที่ 1
บทนำ

แก้วสามารถนำไปใช้งานได้อย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีต ปัจจุบัน จนถึงในอนาคต ซึ่งมีทั้งที่มีค่าดรรชนีหักเหต่ำไปถึงสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แก้วที่มีค่าดรรชนีหักเหสูง ได้มีการประยุกต์ใช้งานด้านการสร้างสรรค์ทางศิลปกรรมในอดีต งานด้านอุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์ในปัจจุบัน และการพัฒนาสำหรับอุปกรณ์เทคโนโลยีสูงในอนาคต แก้วที่มีค่าดรรชนีหักเหสูงส่วนใหญ่มีส่วนผสมของตะกั่ว แก้วประเภท Lead Glass [1,2] มีส่วนผสมของตะกั่วออกไซด์ ซึ่งใช้แทน Soda (Na_2O) เพื่อทำเป็น flux โดยทั่วไปมีสูตรโมเลกุลเป็นตั้งแต่ $K_2O.PbO.5SiO_2$ จนถึง $5K_2O.7PbO.36SiO_2$ จากการเกาะตัวของตะกั่ว เป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างและมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ [3] อาทิเช่น ทำให้การหลอมละลายเร็วขึ้น (อุณหภูมิการหลอมต่ำ) ความหนาแน่นเพิ่มสูงขึ้น ค่าดรรชนีหักเหและการกระจายแสงเพิ่มขึ้น ความหนืดลดลง แรงตึงผิวลดลงอย่างมาก สามารถตัดหรือทำให้เป็นรูปร่างได้ง่าย และผิวเรียบไม่แตกง่าย เป็นต้น Crystal Glass [2,4] เป็นแก้วที่มีองค์ประกอบค่อนข้างพิเศษ กล่าวคือ มีสารประกอบตะกั่วในปริมาณที่สูง เป็นผลทำให้มีความใส ความหนาแน่นสูงและค่าดรรชนีหักเหสูงด้วย ซึ่งมีส่วนผสมหลักคือ ตะกั่วออกไซด์ โดยที่ตามมาตรฐานประเทศในกลุ่มการค้ายุโรป (European Common Market Country) ได้ตกลงและกำหนดว่า จะต้องประกอบด้วย Lead oxide อย่างน้อยที่สุด 10 % มีความหนาแน่นอย่างน้อยที่สุด 2.45 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีค่าดรรชนีหักเหอย่างน้อยที่สุด 1.520 และค่าความแข็งที่ผิวในหน่วยมาตรา Vickers เท่ากับ 550 ± 20

Glass Ceramics [5,6,7,8] เป็นวัสดุที่มีส่วนประกอบของตะกั่ว เนื่องจากที่มีคุณสมบัติที่เป็น Non-Magnetic Material จึงถูกประยุกต์ใช้งานในอุปกรณ์ทางอิเลกทรอนิกส์ [9] อาทิเช่น Glass Capacitors, Glass Dosimeters และ Radiation Proof Glass เป็นต้น

กระจกเกรียบ (ภาคกลาง) หรือ แก้วอังวะ (พม่า) หรือ จีน (จีนและพม่า) [10,11,12,13] เป็นแก้วหรือกระจกชนิดหนึ่งที่คนไทยในอดีตนำไปใช้ในงานด้านสร้างสรรค์ศิลปกรรมสำหรับการประดับและตกแต่งตามศิลปวัตถุและสถาปัตยกรรมต่างๆ ซึ่งจะพบเห็นได้จากพระราชวังเก่า สิ่งก่อสร้างในทางพุทธศาสนา ไม่ว่าจะเป็นส่วนประกอบของอาคาร พระอุโบสถ พระพุทธรูป และสิ่งสักการะในพระพุทธศาสนา ซึ่งในปัจจุบัน มีการชำรุด ทรุดโทรมและสูญหายไปตามกาลเวลา จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ [14] พบว่า แก้วหรือกระจกดังกล่าว มีส่วนผสมของทรายแก้วและตะกั่วเป็นหลัก ซึ่งมีคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกับแก้วที่มีดรรชนีหักเหสูง กล่าวคือ มีการหักเหหรือสะท้อนแสงได้ดี มีเนื้อแก้วที่บาง หนักแต่มีความอ่อนตัว คนไทยตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยาเป็นต้นมา มีการทำกระจกดังกล่าวขึ้นใช้เองและบางส่วนสั่งซื้อมาจากพม่าและจีน ดังนั้น จึงสามารถที่จะแบ่งแก้วหรือกระจกเหล่านี้ออกได้เป็น 3 แบบ [15] คือ แก้วอังวะหรือจีน เป็นแก้วที่เดิมทำในจีนและต่อมาขยายลงมาทำในพม่า มีเนื้อแก้วที่บางมากติดอยู่กับแผ่นตะกั่วที่มีความหนามาก สามารถตัดหรือดัดให้เป็นรูปแบบต่างๆ ได้ง่าย กระจกอยุธยา ซึ่งทำขึ้นโดยช่างไทยในสมัยกรุงศรีอยุธยา มีเนื้อแก้วหนา ด้านหลังติดด้วยตะกั่วผสมและกระจกรัตนโกสินทร์ ซึ่งทำขึ้นโดยช่างไทยในสมัยต้นกรุงรัตนโกสินทร์ เนื้อแก้วและตะกั่วผสมที่ติดด้านหลังมีความบางกว่ากระจกอยุธยา คุณสมบัติทางแสงของทั้งสามแบบเหมือนกัน แต่ทั้งกระจกอยุธยาและกระจกรัตนโกสินทร์มีคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างจากแก้วอังวะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำหนักที่เบากว่าเนื้อแก้วมีความเปราะกว่า แต่ในปัจจุบัน ไม่มีการทำวัสดุประเภทนี้ขึ้นอีกเลย ในขณะที่ยังคงมีความต้องการในการใช้งานเพื่อการบูรณะผลงานที่มีอยู่เดิมตั้งแต่อดีต และความจำเป็นในการอนุรักษ์ศิลปวัตถุและโบราณสถานให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์เท่าที่จะเป็นได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ภายในพระบรมมหาราชวัง ตลอดจนเป็นการศึกษาถึงภูมิปัญญาของคนไทยในอดีต และเป็นการอนุรักษ์พื้นฐานความรู้เพื่อการสืบทอดแก่อนุชนรุ่นหลังต่อไป

รังสฤษดิ์ จักษุจินดา [16] ได้ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของพื้นโลหะผสมที่ติดอยู่ด้านหลังของแก้วอังวะในขั้นต้นด้วยวิธี Semi-Quantitative Analysis พบว่าประกอบด้วยดีบุกสูง นอกจากนี้ยังมีตะกั่ว แมกนีเซียม สังกะสี เหล็กและนิเกิล และจากการทดลองเตรียมตัวอย่างพบว่าแมกนีเซียมแม้มีปริมาณน้อย แต่มีความสำคัญต่อการยึดติดระหว่างโลหะผสมและเนื้อแก้ว นีรชา ฟูแสง [17] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทำให้แก้วติดกับแผ่นโลหะที่เป็นตะกั่ว พบว่า แก้วที่มีจุดหลอมตัวต่ำ มีความเป็นไปได้ที่จะทำให้เนื้อแก้วและตะกั่วติดกันได้ E.B. Pusch [18] ได้ศึกษาวิจัยและพบแก้วเป็นสีแดง (Opaque Cuprite-Red Glass) ใน Crucible ที่ทำจากดิน Nile Clay

V.A. Fedorasa และคณะ [19] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของแหล่งวัตถุดิบที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมแก้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการผลิต Crystal Glass ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ไม่เพียงแต่จะมีองค์ประกอบที่คงที่เท่านั้น ยังจะต้องมีความบริสุทธิ์สูงและมีสารเจือปนที่ทำให้เกิดสีน้อยที่สุด ซึ่งได้ครอบคลุมถึงการวิเคราะห์คุณภาพของวัสดุชนิดใหม่ๆ รวมถึงสารที่ทำให้เกิดสีและสารประกอบ กำมะถัน การหลอมเหลว ความใสของแก้วและการระเหย ตลอดจนกระบวนการผลิตด้วยเทคโนโลยีที่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ โดยอาศัยเทคนิค Differential Thermal Analysis (DTA), Thermogravimetry (TG) และ X-Ray Diffraction (XRD) พบว่า Lead Silicate มีความเหมาะสมในกระบวนการผลิต Crystal Glass เพราะสามารถลดอุณหภูมิการหลอมเหลวลง ทำให้คุณภาพของแก้วดีขึ้นและลดปัญหาด้านมลพิษด้วย A.A. Verlotskii และคณะ [20] ได้วิจัยเกี่ยวกับการกัดกร่อนเบ้าหลอมเนื่องมาจากการหลอมแก้วในกระบวนการทางอุตสาหกรรมสองชนิด คือที่มีปริมาณตะกั่วต่ำ (มีตะกั่ว-ออกไซด์ ประมาณ 10-40 %) และที่มีปริมาณตะกั่วสูง (มีตะกั่วออกไซด์ประมาณ 75-80 %) พบว่าการหลอมแก้วที่มีปริมาณตะกั่วต่ำ การแตกร้าวของเบ้าหลอมขึ้นอยู่กับออกไซด์ของโลหะ Alkali และ Alkali-earth และอุณหภูมิ ในขณะที่สำหรับแก้วที่มีปริมาณตะกั่วสูง การแตกร้าวมีผลมาจากอุณหภูมิ ซึ่งที่ค่าอุณหภูมิหนึ่งเบ้าหลอมจะแตกได้ ถึงแม้ว่าแก้วจะมีความหนืดน้อยก็ตาม ดังนั้นการเลือกชนิดของเบ้าหลอมที่เหมาะ-สม ควรจะเป็นเบ้าหลอมที่มีส่วนผสมของ SnO_2 ด้วย

K. Pengpat และ D. Holland [8] ได้ทำการวัดค่า Dielectric Constant ของ Glass Ceramics และเป็นกลุ่มของแก้วประเภท Non-Magnetic Material พบว่าให้ค่า Dielectric Constant สูง

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ในการที่จะสร้างแก้วที่มีดรรชนีหักเหสูง (มีค่ามากกว่า 1.520) โดยที่เป็นการศึกษาถึงกระบวนการที่เหมาะสมและทดลองสร้างแก้วด้วยส่วนผสมของสารเคมีต่างๆ โดยการเปลี่ยนองค์ประกอบ อุณหภูมิของการหลอมเหลวและการเย็นตัว ทำการตรวจวิเคราะห์โครงสร้างและองค์ประกอบ วัดค่าดรรชนีหักเหและค่า Dielectric Constant และโดยที่แก้วชนิดนี้มีคุณสมบัติที่เป็น Non-Magnetic Material ดังนั้นจึงทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดรรชนีหักเหและค่า Dielectric Constant ที่ว่า ค่าดรรชนีหักเห (n_D) มีค่าเท่ากับรากที่สองของค่า Dielectric Constant (ε_r), $n_D = \varepsilon_r^{1/2}$ นอกจากนี้ ผลของการวิจัยจะเป็นส่วนหนึ่งของการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการบูรณะ เพื่อการอนุรักษ์ศิลปกรรมและโบราณวัตถุที่ทรงคุณค่าต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University